Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

Engineering
TD
203
W323 +
v.22

ANNEX
LIBRARY
C
027903

CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY

ENGINEERING

Digitized by Google

1143

PERIODICAL

Generaldirektion
CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 064 650 272

PERIODICAL
Date Due

MAY 12 1970			
~~MAY 25 1970~~			
ANNEX			
DEC 03 1991 SEP 18			
PRINTED IN U. S. A.		CAT. NO. 23233	

Digitized by Google

Digitized by Google

Generaldirektion S. B. B.
BIBLIOTHEK

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

ORGAN DES BADISCHEN WASSER- U. ENERGIEWIRTSCHAFTSVERBANDES / DES WÜRTTEMBERGISCH-HOHENZOLLERSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTSVERBANDES / DES SÄCHSISCHEN WASSERKRAFTVERBANDES E.V. / DER VEREINIGUNG WESTSÄCHSISCHER WASSER-TRIEBWERKSBESITZER E.V. / DER ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WASSERKRAFTBESITZER THÜRINGENS E.V. / DES RUHRTALSPER-RENVEREINS / DES RUHRVERBANDES / DER WUPPERTALSPERRENGENOSSENSCHAFT / DER EMSCHERGENOSSENSCHAFT / DER INNERSTE-INTERESSEN-GEMEINSCHAFT / DES BOBER- U. QUEIS-VEREINS / DES WESERBUNDES / FERNER DES VEREINS ZUR VER-BESSERUNG DER WASSERSTANDSVERHÄLTNISSE IM REGIERUNGSBEZIRK MITTELFRANKEN / U. VIELER ANDERER ORGANISATIONEN.

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

DIE WASSERKRAFT
22. JAHRGANG

Z. DES D. W. W. V.
7. JAHRGANG.

1927

RPV

RICHARD PFLAUM DRUCKEREI- U. VERLAGS-A.G., MÜNCHEN

Digitized by Google

Druckfehler.

S. 37 muß die 2. Formel heißen: div $\gamma Q = 0$ (statt $= k$).

„ 88 rechte Sp., Aufsatz Näherungsverfahren, 4. Zl. von oben: „daher $q^5 = \frac{L^7}{(L \cdot I_2 - H)^2}$" (statt 7 im Zähler).

„ 101 linke Sp., Zl. 7 von unten: Zusatzwerte (statt Zusatzworte).

„ 114 rechte Sp., Zl. 11 von unten: Staudruck $\frac{c^2 m}{2g} \cdot \gamma$.

die letzte Zeile „Umrechnungsfaktor 646" ist hinter Zl. 13 von oben einzuschieben.

„ 115 linke Sp., Mitte:

$$\omega_s = \left(\omega \cdot A^{\frac{1}{2}} \cdot H^{\frac{5}{4}}\right) \cdot g^{-\frac{3}{4}} \cdot \gamma^{-\frac{1}{2}}.$$

rechte Sp., 1. Zl. von oben:

$$n_s = n \cdot N^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{5}{4}}$$

„ 118 linke Sp. nach der 2. Zl. fehlt die Zeile: „an Genauigkeit des Ergebnisses die Gl. 8 verwendet werden"

S. 118 rechte Sp., Ende des 1. Abs.: Fußnote 9 (statt 8).

„ 118 „ „ 4. Zl. von unten, Gl. 12a muß heißen: „Exponent $\alpha = 1{,}40 - 0{,}75 \cdot (T + 0{,}1)^{0{,}17}$

„ 119 linke Sp., 6. Abs., 5. Zl., muß heißen: „Abszissenaxen" (statt -aktien).

„ 119 linke Sp., Zl. 19 von unten muß heißen: „der J Exponent $\frac{4}{9} = 0{,}444$" (statt $\frac{4}{6}$).

„ 163 rechte Sp., Zl. 10 von unten: „Zuschuß von 25%" (statt 2%).

„ 208 rechte Sp.: die Abb. 5 ist um 90° im Uhrzeigersinn zu drehen (vgl. S. 223).

„ 210 Titel, lies: „Mitteilung Nr. 11" (statt 10).

„ 313 Titel, Verfasserangabe, lies „Achenseekraftwerk".

„ 328 die Abb. 19 und 20 sind gegenüber den Unterschriften vertauscht.

Digitized by Google

INHALTS-VERZEICHNIS.

Text-Aufsätze.

Nach Gegenständen geordnet.

(Auf Zuschriften und Berichtigungen ist hinter den zugehörigen Titeln mit den Seitenzahlen verwiesen.)

Seite

Achenseewerk, Zur Eröffnung des — es. Von Staatsminister Dr. F. Schweyer, München 257
Achenseewerk, Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des — es. Von Dipl.-Ing. E. Hamberger 283, 301, 313, 328
Abdichtung des Betons mittels Kieselfluorids, Die —. Von Eduard Schmidt 104
Ableitung von Quellen nach bayerischem Rechte, Die —. Von Dr. Leo Wachter 276
Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz, Der —. Von Prof. H. Heiser 271, 288, 304, 316, 331
Austausch elektrischer Energie zwischen Deutschland und der Schweiz, Der —. Von Reg.-Baurat Momber 248
Berechnung von Werkkanälen, Zur —. Von Ing. Gottfried Lindorfer 245
Beseitigung von Geschiebeablagerungen vor den Schwellen der Einlaufbauwerke, Zur —. Von Prof. Dr.-Ing. Thürnau 129
Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseewerkes, Die —. Von Ing. Ernst Hamberger 283, 301, 313, 328
Einfluß der Rohrleitungen auf den Reguliervorgang, Ueber den —. Von Prof. Dr. S. Braun 298
Freifallschützen, Ein neuer mechanischer Antrieb für —. Von Dipl.-Ing. Paul Leybold 197
Geschiebeführung, Neue Forschungen über die —. Von Oberreg.-Rat Dr. S. Kurzmann 51
Grundwasserbewegung, Ueber die —. Von Dr.-Ing. J. Kozeny 67, 86, 103, 120, 146
Hafenbautechnischen Gesellschaft Hamburg, Neunte ord. Hauptversammlung der —. Von Prof. Heiser 259
Harz, Der Ausbau der Wasserwirtschaft im —. Von Prof. H. Heiser 271, 288, 304, 316, 331
Heberanwendungen im Wasserbau. (s. S. 86) . . . 84
Holzrohrdüker des badischen Murgkraftwerkes, Der —. Von Reg.-Baumeister K. Armbruster . . 170
Hydraulische Arbeitsspeicherung. Von Ing. C. Reindl (s. S. 266) 229
Illerkraftwerk bei Eberbach a. N., Das —. Von Baurat a. D. A. Baumann 194, 208, 222, 265
Kachletwerk, Vom —. 141
Kavitationserscheinungen in Grundablaßrohren und -Stollen von Talsperren. Von Regierungs- und Baurat Körner 250
Kleinturbinenanlage Nordrach. Von Baurat E. Treiber 205
Krümmerproblem, Bemerkungen zum —. Von Dr.-Ing. Viktor Mann (s. S. 252) 165
Lahnkanalisierung 71
Logarithmischer Maßstab zur Forchheimer-Formel. Von Wiesenbaumeister Müller-Späth 197
Meereswärme als Energiequelle, Die —. Von Dr. Ernst Bräuer 167, 177
Meßdüsen für Wasserkraftanlagen 319
Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft, Die —. Von Stadtbaurat Dr.-Ing. E. Marquardt 201, 220
Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen. Von Oberbaurat R. Jacobi 73, 88
Neue Turbine, Eine —. Von Ing. Alfred Gratzl . . 72
Nomogramm zur Forchheimer-Formel. Von Ing. K. Grün 89

Seite

Nomogramme für Wasserkraftprojektierung, Einfache —. Von Obering. Otto H. Schmoller . . . 179
Oberhasli-Werke, Die —. Von Reg.-Baurat F. Lippert 309
Oder, Der Ausbau der —. Von Dr. E. Bartz . . . 97
Ourtalsperre, Die —. Von Reg.-Baumeister R. H. Winter 54
Propellerturbinen, Ueber —. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. E. Reichel 261
Propeller- und Kaplanturbinen, Ueber —. Von Obering. Dipl.-Ing. G. Großmann 7
Pumpenanlage der Zentrale Rempen des Kraftwerkes Wäggital, Die —. Von Obering. E. Ensslin . . . 237
Pumpwerk Huckarde-Nord der Emschergenossenschaft. Von Dipl.-Ing. Beyenburg 189
Quellenuntersuchungen in der Schweiz, Neuere —. Von Prof. Dr. W. Koehne 325
Rechen-Reinigung in Wasserkraft-Anlagen, Mechanische —. Von Dir., Ing. E. Belani 333
Sanierung des östlichen Industriegebietes, Die —. Von Reg.-Baumeister a. D. Drape 153
Schadenersatzpflicht für Wasserschäden, Die —. Von Rechtsanwalt Dr. jur. Werneburg 38
Shannon, Die Großwasserkraftanlage am —, zur Elektrizitätsversorgung Irlands. Von Obering. L. Reichard 1
Speichereinrichtung am Neckarkraftwerk Reutlingen, Die —. Von Ing. Joh. Hallinger 234
Speicher-Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Kiel 1927, Die —. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Reichel 232
Speichervorschlag für die Stadt Rosenheim, Ein —. Von Ing. Joh. Hallinger 290
Spezifische Drehzahl hydraulischer Maschinen, Zur —. Von Ing. C. Reindl 114
Staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens, Die —. Von Prof. Dr. Hans Dorn 215
Stromturbine, Bremsergebnisse einer —, System Ing. E. Sueß. Von Dr.-Ing. Magyar (s. S. 198) . 57
Taschkent, Das Kraftwerk —. Von Dipl.-Ing. T. Goubine 36
Verhalten von Wasserturbinen bei Aenderung der Drehzahl oder des Gefälles. Von Dr. Kohn . . 40, 55
Wasserführung der Ruhr und Talsperrenersatz in ihren Beziehungen zur Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes. Von Baudirektor Link 17
Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Flüsse, Die —. Von Oberregierungs-Baurat J. Rapp (s. S. 138) 100, 116
Wasserkraft zur Stickstoffgewinnung. Von Zivil-Ing. Hallinger 159
Wasserspiegelfixierungen, Etwas über —. Von Ministerialrat Krenzer 81
Wasserversorgungswesen in Holland, Das —. Von Ing. F. A. Liefrinck 144, 161, 182, 192
Wasserwirtschaft in der Zuckerfabrik, Die —. Von Ing. Max Grevemeyer 207
Weltkraftkonferenz in Basel 1926, Die —. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. Reichel 22, 34
Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen, Ueber die —. (Diskussion von Oberreg.- und Baurat Mattern, Ing. C. Reindl, Direktor Henftling, Ministerialrat Krieger und Geh. Regierungsrat Dr.-Ing. e. h. E. Reichel) 25

Digitized by Google

Nach Verfassern geordnet.

Seite

Armbruster K., Regierungsbaumeister: Der Holzrohrdüker des badischen Murgkraftwerkes 170
Bartz, Dr. E.: Der Ausbau der Oder 97
Baumann A., Baurat a. D.: Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N. 194, 208, 222, 265
Belani E., Dir., Ing.: Mechanische Rechen-Reinigung in Wasserkraftanlagen 333
Beyenburg, Dipl.-Ing.: Pumpwerk Huckarde-Nord der Emschergenossenschaft 189
Bräuer, Dr. Ernst: Die Meereswärme als Energiequelle 167, 177
Braun, Prof., Dr. S.: Ueber den Einfluß der Rohrleitungen auf den Reguliervorgang 298
Dorn, Prof., Dr. Hans: Die staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens 215
Drape, Regierungsbaumeister a. D.: Die Sanierung des östlichen Industriegebietes 153
Ensslin E., Oberingenieur: Die Pumpenanlage der Zentrale Rempen des Kraftwerkes Wäggital . . 237
Goubine T., Dipl.-Ing., Professor: Das Kraftwerk Taschkent 36
Gratzl Alfred, Ingenieur: Eine neue Turbine . . . 72
Grevemeyer Max, ber. Ingenieur: Die Wasserwirtschaft in der Zuckerfabrik 207
Großmann G., Oberingenieur, Dipl.-Ing.: Ueber Propeller- und Kaplanturbinen 7
Grün Karl, Ingenieur: Nomogramm zur Forchheimerformel 89
Hallinger Joh., Ingenieur: Die Speichereinrichtung am Neckarkraftwerk Reutlingen 234
Derselbe: Ein Speichervorschlag für die Stadt Rosenheim 290
Derselbe: Wasserkraft zur Stickstoffgewinnung . . 159
Hamberger Ernst, Dipl.-Ing.: Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseewerkes 283, 301, 313, 328
Heiser H., Prof., Reg.- u. Baurat: Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz . . 271, 288, 304, 316, 331
Derselbe: Neunte ordentliche Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft Hamburg . . 259
Henftling, Direktor: Ueber die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen (Diskussion) . 25
Jacobi R., Oberbaurat: Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen 73, 88
Koehne, Professor, Dr. W.: Neuere Quellenuntersuchungen in der Schweiz 325
Kohn, Dr., Assistent: Verhalten von Wasserturbinen bei Aenderung der Drehzahl oder des Gefälles 40, 55
Körner B., Regierungs- und Baurat: Kavitationserscheinungen in Grundablaßrohren und -Stollen von Talsperren 250
Kozeny J., Dr.-Ing.: Ueber die Grundwasserbewegung 67, 86, 103, 120, 146
Krenzer, Ministerialrat: Etwas über Wasserspiegelfixierungen 81
Krieger, Ministerialrat: Ueber die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen (Diskussion) 25
Kurzmann Dr. S., Oberregierungsrat: Neue Forschungen über die Geschiebeführung 51
Leybold Paul, Dipl.-Ing.: Ein neuer mechanischer Antrieb für Freifallschützen 197

Seite

Liefrinck F. A., Ingenieur: Das Wasserversorgungswesen in Holland 144, 161, 182
Lindorfer Gottfried, Ingenieur: Zur Berechnung von Werkkanälen 245
Link, Baudirektor: Wasserführung der Ruhr und Talsperrenersatz in ihren Beziehungen zur Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes 17
Lippert F., Regierungsbaurat: Die Oberhasli-Werke 309
Magyar, Dr.-Ing.: Bremsergebnisse einer Stromturbine, System Ing. E. Sueß 57
Mann Viktor, Dr.-Ing.: Bemerkungen zum Krümmerproblem (s. S. 252) 165
Marquardt E., Stadtbaurat, Dr.-Ing.: Die Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft 201, 220
Mattern, Oberregierungs- und Baurat: Ueber die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen (Diskussion) 25
Momber, Regierungsbaurat: Der Austausch elektrischer Energie zwischen Deutschland und der Schweiz 248
Müller-Späth, Wiesenbaumeister: Logarithmischer Maßstab zur Forchheimer-Formel 197
Rapp J., Oberregierungsrat: Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Flüsse 100, 116
Reichard Ludwig, Oberingenieur: Die Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands 1
Reichel E., Geh. Regierungsrat, Prof., Dr.-Ing. e. h.: Ueber Propellerturbinen 261
Derselbe: Die „Speicher-Tagung" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Kiel 1927 232
Derselbe: Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926 . 22, 34
Derselbe: Ueber die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen (Diskussion) 25
Reindl C., Ingenieur: Hydraulische Arbeitsspeicherung (s. S. 266) 229
Derselbe: Vom Kachletwerk 141
Derselbe: Zur spezifischen Drehzahl hydraulischer Maschinen 114
Derselbe: Ueber die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen (Diskussion) 25
Schmidt Eduard: Die Abdichtung des Betons mittels Kieselfluorids 104
Schmoller Otto H., Oberingenieur: Einfache Nomogramme für Wasserkraftprojektierung 179
Schweyer Dr. F., Staatsminister: Zur Eröffnung des Achenseewerkes 257
Thürnau, Professor, Dr.-Ing., Regierungs- und Baurat a. D.: Ueber Beseitigung von Geschiebeablagerungen vor den Schwellen der Einlaufbauwerke 129
Treiber E., Baurat: Kleinturbinenanlage Nordrach . 205
Wachter Dr. Leo: Die Ableitung von Quellen nach bayerischem Rechte 276
Werneburg, Rechtsanwalt, Dr. jur.: Die Schadenersatzpflicht für Wasserschäden 38
Winter R. H., Regierungsbaumeister: Die Ourtalsperre 54

Zuschriften.

Heberanwendungen im Wasserbau. Von Geh. Baurat Eger (zu S. 84) 86
Krümmerproblem, Bemerkungen zum —. Von Dr. Schilhansl und Dr.-Ing. V. Mann (zu S. 165) . . 252
Stromturbine, Bremsergebnisse einer —. Von Ing. Grün und Dr. Magyar (zu S. 57) 198
Talsperren in Deutschland, Die —. Von Dr.-Ing. h. c. Bachmann und Ing. C. Reindl (zu S. 229) . . 266

Persönliches.

Bonomi, Carlo — † 252
Dantscher, Professor K., Rektor der Technischen Hochschule 209
Dr.-Ing. ehrh. der Technischen Hochschule München (Dr. Held, Dr. Matt, Dr. Krausneck) 12
Feifel, Dr.-Ing. E., Professor in Wien 42
Kreuter, Geh. Hofrat, Dr.-Ing., 85. Geburtstag . . . 74
Krieger, Ministerialrat F., Dr.-Ing. e. h. . . . 198
Menge, Dr.-Ing. e. h. A. 173
Selbach, Dr.-Ing. e. h. 28

Digitized by Google

Rundschau.

Seite

Allgemeines.

Berichterstattung in der Tagespresse 292
Industrie und Presse 12

Bahn-Elektrisierung.

Deutsche Bahnelektrisierung, Die — 1926 124
Elektrischer und Dampfbetrieb der Schweizerischen Bundesbahnen 224
Oesterreich, Bahnelektrisierung in — 164

Elektrochemie.

Aluminiumerzeugung 1926, Die — 76
Aluminium-Industrie in Norwegen 149
Arbeits-Grenzpreis für Elektrochemie 224
Bauxitlager an der afrikanischen Goldküste, Große — 149

Energiewirtschaft.

Bayerischen Wasserkraftanlagen Anfang 1927, Die — 267
Belgische Baupläne, Großzügige — 277
Betriebspläne und ihre Anwendung in Wasserkraftanlagen 243
Deutschen Elektrizitätswirtschaft, Fragen der — . 91
Deutschen Energiewirtschaft, Zur — 42
Energieaustausch zwischen Oesterreich und Deutschland 267
Fortschritte im Wasserkraftausbau in Kanada, Große — 293
Frankreichs, Elektrizitätsversorgung — 174
Japan, Große Elektrisierungspläne in — 164
Island, Wasserkraftausnutzung in — 149
Kohle oder Wasser 60
Lawrence-Stromes, Der Ausbau des St. — . . . 93
Niederländisch-Indien, Wasserkraftausnutzung in — 226
Oesterreichischen Elektrizitätswirtschaft, Statistik der — 267
Oesterreich, Wasserkraftausbau in — 209
Parallelarbeiten von Wasser- und Dampfkraftwerken 173
Reichselektrizitäts-Versorgung 268
Ruhrverband, Vom — 308
Rußlands, Die Energieversorgung — 224
Sachsen, Neue Talsperrenpläne in — 277
Schweden, Wasserkraftausbau in — 1925 59
Spanisch-portugiesische Abkommen über die Ausnützung des Duro als elektrische Energiequelle, Das — 279
Speicheranlagen, Wirtschaftliches und Technisches über hydraulische — 307
Staubecken, Die größten künstlichen — 60
Tschechoslowakei, Wasserkraftnutzung in der — . 294
Vereinigten Staaten, Energiestatistisches aus den — 149
Vereinigten Staaten, Entwicklung der Wasserkraftnutzung in den — 150
Vorarlberg, Die Wasserkraftnutzung in — 277
Wasser- und Dampfkraftausbau in Amerika . . . 209
Wasserkraft oder Kohle 163
Weltkraftkonferenz in Deutschland im Jahre 1930 . 279
Zukunftsmöglichkeiten der Elektrizitätswirtschaft . 138

Hydraulik.

Scobey's Untersuchung des Durchflusses durch eine Betonleitung 280
Unsichtbare Niederschläge 149

Rechtliches, Gesetze.

Begünstigung neuer Wasserkraftwerke in Deutschland (Entwurf), Steuerliche — 50
Einfuhrabgabe auf elektrische Arbeit in Italien . . 174
Englische Elektrizitätsgesetz, Das neue — 91
Frankreichs Elektrizitätswirtschaft 93
Staatshilfe für den Ausbau der französischen Wasserkraftversorgung 139, 163
„Stauanlagen", Der Begriff — 60

Wasserbau.

Abnützungsprobe der Holzverkleidung eines Wehrauslaufes 139
Aesthetik in der Wasserkraft 139
Energievernichtungsanlage in Amerika, Eine neuartige — 108
Erdstaudämmen, Zerstörungen von — 42
Kolkerscheinungen an der Wilson-Staumauer, Bekämpfung starker — 280

Seite

Saugheber als Hochwasserentlastung für den Erddamm 185
Ueberschwemmungen des Mississippi, Die — . . . 184
Versuchs-Bogenstaumauer am Stevenson Creek (Kalifornien), Einiges von der — 75
Vulkanische Formationen bei der Wasserkraftanlage Nr. 3 am Petit River 42
Zerstörungen zweier Bogenstaumauern infolge Unterspülung der Widerlager, Teilweise — 61

Wasserkraftanlagen.

Allgemeines.

Bedienungslose Wasserkraftanlage Higashiyama, Japan 321
Ganzautomatische Wasserkraftanlage Sherman-Dam 268
Wasserkraft ohne Hochbau 294
Zuverlässigkeit von Wasserkraftanlagen 150

Spezielle.

Conowingo-Anlage, Baubeginn der — 38
Donaugroßkraftwerk bei Wien, Ein neues — . . . 30
Donaustetten, Die Wasserkraftanlagen der Stadt Ulm in — 124
Eguzon, Die Talsperre von — 122
Etschgebiet, Neue Kraftwerke im — 150
Gleno-Talsperre, Der Bruch der — 199
Grand Falls, Der Ausbau von — 62
Isländischen Wasserkräfte, Ausbau der — . . . 42
Kachletstufe, Beginn des Einstaus an der 253
Karlsthal, Talsperre bei — 124
Kongostaat, Neue Wasserkraft- und Schleusenanlagen im — 42
Lirifluß, Der untere — 42
Martin-Talsperre, Die Wasserkraftanlage — . . . 226
Oberrheinstrecke Basel — Bodensee, Der Ausbau der — 14
Ohio-Flußkraftwerk bei Louisville, Das — 199
Planseeprojekte, Neue — 253, 308
Pumpenspeicheranlagen:
Dresden 76
Hemfurth II 174, 242
Herdecke 243, 293
Tremorgio 240
RWE. in Westtirol, Die — 254
Schreckenstein a. d. Elbe, Wasserkraftwerk — . . 279
Sysran, Kraftwerk — 107

Wasserkraftmaschinen.

Aenderung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen mit der Größe, dem Gefälle und der Temperatur, Die — 254
Amerikanischen Wasserturbinen-Industrie, Mitteilungen aus der — 62
Amerikanische Wasserturbinenbau des Jahres 1926, Der — 93
Anfahren und Auslaufen von Turbo-Dynamos . . . 186
Beweglichen Laufradschaufeln, Zur Geschichte der — 211
Erschütterungen an Wasserkraftanlagen 211
Kaplan-Turbinenbau, Fortschritte im — 174
Lufteinlaß in das Laufrad, Verbesserung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen durch — . . . 44
Prüfnormen für Wasserkraftmaschinen 324
Saugrohrzerfressungen als Ursache von Leistungsminderung 45
Schnellläuferturbinen, Neue Bauformen für — . . 227
Selbstregulierende Turbinen 28
Vereinheitlichung der Wasserkraftgrößen 186
Wirkungsgrad der Wasserturbinen, Der — 43

Wasserstraßen.

Elsterkanal, Bau des — 228

Wasserversorgung.

Köln, Ein neues Wasserwerk in — 45
Südwestharz-Talsperre, Bau der — 164

Ausstellungen.

Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926 78

Digitized by Google

Geschäftliche Nachrichten.

Seite

Bayernwerk A.G. / Walchenseewerk A.G. / Mittlere Isar A.G. München 126

Innwerk Bayerische Aluminium A.G. München . . . 127

Mitteilungen des D. W. W. V.

Ablauf der Eintragungsfrist von Fischereirechten in Preußen 64
Auslandsdienst der Technik 336
Beschluß des Oberverwaltungsgerichts Berlin über Feststellung der Verwaltungsgebühr 65
Einladung zur Gesamtausschußsitzung des D.W.W.V. vom 7. 12. 27 323
Einladung zum Vortragsabend am 10. 2. 27 des D.W.W.V. 33
Einladung zum Vortragsabend am 7. 12. 27 297
Eisenbahnen und Wasserstraßen (Entschließung des D.W.W.V. vom 11. 3. 27) 128
Elgawe-Tagesfragen 308
Fischereigerechtsame in der Berliner Spree, Die — 65
Flußüberwachungstelle in Halle a. S., Gründung einer — 128
Fristablauf im Thüringer Wasserrecht 16
Geschäftsbericht für das Geschäftsjahr 1926 des D.W.W.V. 109
Hauptversammlung des D.W.W.V. vom 25. 4. 27, Bericht über die ordentliche — 152
Ingenieur- und Technikerfahrt nach Oesterreich . . 200
Internationale Gemeinschaftsarbeit in der Technik (Weltkraftkonferenz Berlin 1930) 324
Mitteilung Nr. 19 79
Notgesetz betr. Abänderung des Thüringischen Notgesetzes 187
Oderwasserstraßenbeirat, Der — 32
Prüfnormen für Wasserkraftmaschinen 324
Steuerliche Begünstigung neuer Wasserkraftwerke . 50
Thüringen, Zur Aenderung des Wasserrechtes in — 188
Verleihungen 50, 112, 200
Verwaltungsgerichten, Die Vertretung vor den preußischen — 31
Verwaltungsgebühren in Preußen, Neuordnung der — 95
Vortragsabend des D.W.W.V. am 2. 12. 26 16
Vortragsabend des D.W.W.V. am 10. 2. 27 79
Wassergenossenschaft Großbrüskow 95
Wasserkraftanlagen und Wassernutzungsrechte bei der Feststellung der Einheitswerte nach dem Erlaß des Reichsfinanzministers vom 15. 1. 27 47
Wasserzins, Die Erhebung von — 16
Zugang an Mitgliedern des D.W.W.V. 50, 95, 188, 200, 270

Angeschlossene Verbände:

Badischer Wasser- und Energiewirtschafts-Verband e. V., Tätigkeitsbericht für 1926 79
Bayerischer Industriellen-Verband, Wasserwirtschaftlicher Ausschuß, Gründung eines — . . . 296
Bayerischer Industriellen-Verband, Wasserwirtschaftlicher Ausschuß beim —, Sitzung vom 28. 11. 1927 336
Sächsisch. Wasserkraftverbandes, Gründung eines — 282
Verbandes zur Reinhaltung der Wupper, Vor der Gründung eines — 95

Vereine, Versammlungen.

Ausschuß für bautechnische Bodenkunde bei der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen . . 256
Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie . . . 270
Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik 282
Hafenbautechnische Gesellschaft, Hamburg 151
Isarstädtetagung 47, 78
Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, 58. ord. Hauptversammlung 269

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden

Mitteilung Nr. 8 . . . . . 13, 29
„ Nr. 9 92
„ Nr. 10 175
„ Nr. 11 210
„ Nr. 12 225
„ Nr. 13 278

Zeitschriftenschau.

Abwasserreinigung . . . . H. 5, S. IV; H. 12, S. VIII; . . . . . H. 24, S. VIII
Bahnelektrisierung . . . . . H. 21, S. VIII
Be- und Entwässerung . . H. 5, S. VIII; H. 12, S. VIII; . . . . . H. 16, S. VIII
Elektrochemie . . . . . H. 11, S. VIII
Elektroheizung . . . . . H. 16, S. VIII
Energiewirtschaft . . . . . H. 5, S. X; H. 12, S. VIII; . . . . . H. 19, S. X; H. 21, S. VIII; H. 22, S. VIII
Hydraulik . . . . . H. 5, S. X; H. 11, S. VIII; . . . . . H. 21, S. VIII
Maschinenbau . . . . . H. 11, S. X
Rohrleitungen . . . . . H. 12, S. VIII; H. 15, S. VIII; . . . . . H. 21, S. VIII, u. S. X
Wasserbau . . H. 1, S. VIII; H. 2, S. VIII; H. 4, S. VIII; H. 6, S. VIII; H. 7, S. IV, X, XII; H. 8, S. VIII; H. 9, S. VIII; H. 16, S. VIII; H. 18, S. VIII; H. 20, S. VIII; . . . . . H. 24, S. VIII
Wasserkraftanlagen . . . H. 1, S. VIII; H. 11, S. VIII; . . . . H. 18, S. VIII; H. 20, S. VIII; H. 22, S. VIII
Wasserkraftmaschinen . . H. 3, S. VIII; H. 11, S. VIII; . . . . . H. 18, S. VIII; H. 19, S. X
Wassermessung . . . . . H. 5, S. X; H. 11, S. X; . . . . . H. 19, S. X
Wasserrecht . . . . . H. 15, S. VIII
Wasserstraßen . . . . . H. 1, S. VIII; H. 4, S. VIII; H. 8, S. VIII; H. 11, S. X; H. 15, S. VIII; H. 21, S. X
Wasserversorgung . . . H. 1, S. VIII; H. 18, S. IX; . . . . . H. 22, S. VIII
Wirtschaftliches . . . . . H. 20, S. VIII

Buchbesprechungen.

Badische Wasserrecht, Das —, von Dr. K. v. Bayer-Ehrenberg 77

Bayerischen Wasserkraftanlagen zu Beginn des Jahres 1927, Die —, vom Bayerischen Statistischen Landesamt 269

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, von C. Matschoß 164
Bemessungstafeln für Eisenbeton-Konstruktionen, von Baurat Paul Göldel 186
Berechnung der Wasserspiegellage, von Baurat Dr.-Ing. Paul Böß 213

Digitized by Google

Seite

Berichterstattung der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel 1926 140
Deutsche Elektrizitätsversorgung, Die —, vom Vorstand des Deutschen Metallarbeiterverbandes . . 295
Druckrohrleitungen, von Dr.-Ing. Felix Bundschu . . 94
Durchführung der Bauarbeiten beim ersten Ausbau der Wasserkraftanlagen der Mittleren Isar A.-G., Die —, von der Mittleren Isar A.-G. 46
Elektroden-Dampfkesseln, Neuere Bauformen von —, von Regierungsrat Dr.-Ing. Zeulmann 46
Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen, von Dr.-Ing. v. Gruenewaldt 77
Energiewirtschaftl. Zusammenschluß Südostdeutschlands und Oesterreichs, Der —, vom Fachausschuß für Energiewirtschaft der Deutsch-Oesterreichischen Arbeitsgemeinschaft 269
Fortschritte in der Vollbahn-Elektrisierung Oesterreichs, von Sektionschef Ingenieur Dittes . . . 228
Geschichte der Bayerischen Industrie, Die —, von Dr. jur. Alfred Kuhlo 200
Großstromversorgung Deutschlands, Die —, von Dr.-Ing. Vent 281
Handbuch des Wasserbaus, von Hubert Engels . . 213
Hochwasserschutz an der Donau in Bayern, Der —, von der Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern 323
Hydraulik und ihre Anwendungen in der Kulturtechnik, von Gramann 228
Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1926 255
Jahrbuch der Elektrotechnik, von Dr. Karl Strecker 126
Invention de la turbine, von Marcel Crozet-Fourneyron 30
Karte der Elektrizitätsversorgung Deutschlands, von der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. . . 281
Kolbenpumpen einschl. der Flügel- und Rotationspumpen, Die —, von Prof. H. Berg † 125
Kraftwerk Wäggital, von Ing. E. Bütikofer 46
Landes-Elektrizitätswerke, von A. Schönberg und E. Glunk 213

Seite

Maschinen- und elektrischen Einrichtungen des ersten Ausbaues der Wasserkraftanlagen der Mittleren Isar, Die — 45
Maschinenuntersuchungen, von Prof. Staus 15
Mitteilungen des hydraulischen Instituts der Technischen Hochschule 63
Pompe Centrifughe, von Ing. Prof. M. Medici . . 255
Preußische Wassergesetz, Das —, von Arthur Born 45
Rechtsnatur der Wassernutzung im Anschluß an den Erlaß des Reichsfinanzministers, Die — 256
Riksgränsbahn und ihre Elektrisierung, Die —, von den Siemens-Schuckertwerken 200
Statistik der deutschen Großwasserkraftanlagen, von Prof. Dr.-Ing., Dr. techn. e. h. Adolf Ludin . . . 269
Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Bahnen Oesterreichs, vom Elektrotechnischen Verein Wien 174
Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. 78
Talsperrenbau, Der —, von Regierungs- und Baurat P. Ziegler 294
Talsperre bei Mauer am Bober, Die —, von Baurat Dr.-Ing. e. h. C. Bachmann 176
Talsperren im Queis, Die — 176
Théorie des Chambres d'équilibre, von Jules Calame und Daniel Gaden 63
Umlenkung eines freien Flüssigkeitsstrahles an einer zur Strömungsrichtung senkrecht stehenden ebenen Platte, von Dr.-Ing. Friedrich Reich 214
Unterhaltungsarbeiten an Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen, Die —, von Baurat O. Galland 214
Utilizzazioni di forze idrauliche, impianti idroelettrici, von Prof. Francesco Marzolo 94
Voith-Turbinen, von J. M. Voith, St. Pölten . . . 46
Wasserkräfte und Wasserstraßen Badens, Die — . 228
Wasserkraftelektrizitätswerk Schönmühl an der Loisach, Das —, von Dipl.-Ing. W. Binswanger . 64
Wissenschaftliche Vorträge, gehalten auf der Hochschul-Tagung 1926 der Technischen Hochschule München, vom Bund der Freunde der Technischen Hochschule 281

Eingegangene Bücher.

Seite: 31, 46, 77, 93, 125.

Deutsche Patentschau.

Seite: 31, 47, 78, 95, 108, 127, 151, 164, 176, 270, 282, 296, 323.

Digitized by Google

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

HEFT 1 — 3. JANUAR — 1927

Aus dem Inhalt: Die Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands. / Ueber Propeller- und Kaplanturbinen. / Persönliches. / Rundschau: Industrie und Presse. / Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Der Ausbau der Oberrheinstrecke Basel—Bodensee. / Literatur. / Verbandsmitteilungen des DWWV.

Die Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands.

Vortrag von Oberingenieur Ludwig Reichard, Berlin-Siemensstadt, gehalten am 2. Dezember 1926 vor dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. Berlin, mit anschließender Aussprache über die Frage der Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkräften im allgemeinen.

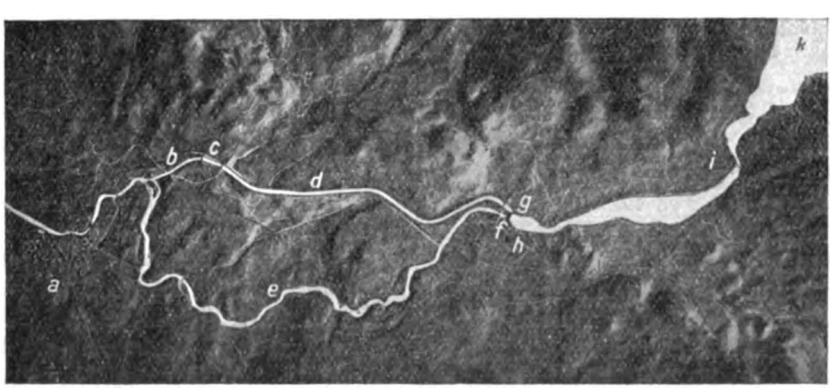


Abb. 1. Reliefmodell.
Legende: a) Limerick; b) Unterkanal; c) Krafthaus; d) Oberkanal; e) River Shannon; f) Wehr; g) Einlaufbauwerk; h) Parteen-Villa; i) Killaloe; k) Derg-See.

Die wirtschaftliche Entwicklung des irischen Freistaates, der mit 60 000 km² Fläche und 3 Millionen Einwohnern etwa der zweifachen Größe der Provinz Pommern entspricht, ist in dem letzten Jahrhundert, verglichen mit anderen Ländern, nur außerordentlich langsam vor sich gegangen. Die Einfuhr amerikanischen Getreides hatte die einheimische Landwirtschaft, die Hauptstütze der irischen Volkswirtschaft, zu einer Umstellung und Einschränkung ihres Betriebes gezwungen und damit einen großen Teil der Landarbeiter die Erwerbsmöglichkeit genommen. Die Rückwirkung der sinkenden Ertragsfähigkeit der Landwirtschaft auf Handel und Industrie konnte nicht ausbleiben und verhinderte die in anderen Ländern so rasch fortgeschrittene Entwicklung der industriellen Betriebe. Die Folge dieser Umstände war eine dauernde Abwanderung, da das Land die Einwohner nicht mehr zu ernähren vermochte. Jährlich verließen Tausende von jungen Iren die „grüne Insel", um in anderen Ländern, in erster Linie in Amerika, günstigere Lebensbedingungen zu suchen, so daß

Digitized by Google

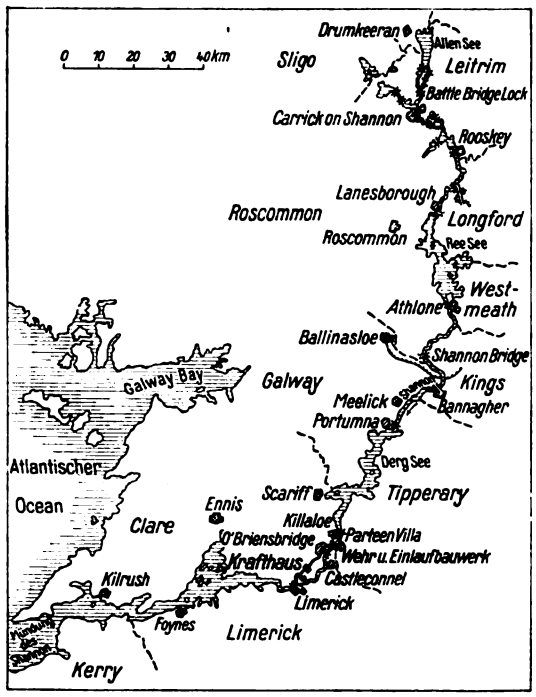


Abb. 2. Uebersichtsplan.

sich die Bevölkerung Irlands in den letzten 80 Jahren um etwa die Hälfte verminderte. Als daher vor wenigen Jahren der irische Freistaat die politische Unabhängigkeit gewann, mußte sich das Hauptaugenmerk des jungen Staates in erster Linie darauf richten, die Volkswirtschaft zu beleben und die nationalen Energiequellen, die dem Freistaat in seinen Wasserkräften zur Verfügung standen und ihn von der Einfuhr fremder Kohle entlasten konnten, auszubauen. Es wurden daher eine Reihe von Untersuchungen über die Wasserkraftwerke Irlands angestellt, die jedoch nicht die einheitliche Versorgung des ganzen Landes zur Grundlage nahmen, sondern mehr als Untersuchungen über besonders günstige Ausnutzungsquellen für lokale Unternehmungen und die Versorgung eng umgrenzter Gebiete aufzufassen sind.

Im Gegensatz hierzu machten es sich die Siemens-Schuckertwerke zur Aufgabe, ein Projekt auszuarbeiten, das die Versorgung des ganzen irischen Freistaates — und gegebenenfalls auch von Ulster — mit elektrischer Energie bezweckte und gelangten nach umfangreichen Untersuchungen und Berechnungen zu der Ueberzeugung, daß sich für diesen groß angelegten Plan der Shannon, der wasserreichste irische Strom, weitaus am besten dazu eigne. Dieser Fluß hat das größte Niederschlaggebiet, der obere und mittlere Lauf haben wenig Gefälle und große Seen, die sich für Speicherzwecke eignen. Der untere Lauf ist verhältnismäßig kurz und gefällreich, so daß das große Niederschlaggebiet bei der Kraftausnutzung im Unterlauf fast ganz zur Geltung kommt. Die zentrale Lage macht den Shannon ebenfalls zur Versorgung des ganzen Landes besonders geeignet. Das Projekt der Siemens-Schukkertwerke sieht die Ausnutzung des unteren Laufes des Shannon in einem einzigen Großkraftwerk mit gleichzeitiger Verbesserung der vorhandenen natürlichen Speicherräume der Seen vor, wobei der Strombedarf des ganzen Freistaates für eine Reihe von Jahren aus der Wasserkraft des Shannon ohne Zuhilfenahme von Dampfreserven gedeckt werden kann (Bild 1 und 2). Das Projekt wurde im September 1924 der irischen Regierung eingereicht und nach Prüfung durch vier internationale Sachverständige, die Professoren der Technischen Hochschule in Zürich, Rohn und Meyer-Peter, den Oberdirektor Borgquist von der staatlichen Landeselektrizitätsversorgung Schwedens und den Direktor Norberg-Schulz von der staatlichen Landeselektrizitätsversorgung Norwegens in den Grundzügen gebilligt und von ihnen mit einigen Abänderungen zur Ausführung empfohlen. Da Regierung und Parlament mit großer Tatkraft und beispielloser Schnelligkeit in der Shannonbill die gesetzlichen Grundlagen für die Ausführung des Planes zu schaffen verstanden, konnte bereits im August 1925 mit den Vorbereitungen für die Bauarbeiten begonnen werden und Mitte September der erste deutsche Dampfer mit Baugeräten und Baueinrichtungen in Limerick landen.

Zur näheren Erläuterung des Projektes mögen die folgenden Ausführungen dienen:

Wasserwirtschaftliche Grundlagen.

Von dem Flächeninhalt von 60 000 km² des Freistaates entfallen 10 400 km² also rund 1/6 auf das Niederschlaggebiet des Shannon. Während dieses Niederschlaggebiet, verglichen mit deutschen Flüssen, etwa dem der Oder bei Oppeln oder dem der Weser bei Münden entspricht, muß man zum Vergleich des Mittelwassers des Shannon (240 m³/sec) an der Oder bis Crossen, an der Weser bis Bremen gehen. Die größere Wasserführung des Shannon ist auf die große mittlere jährliche Regenhöhe von 946 mm und auf das infolge der geringen Bewaldung hohe Abflußverhältnis von 75—77% zurückzuführen.

Die größte bisher am Shannon beobachtete Hochwassermenge beträgt 918 m³/sec, die kleinste 25,4 m³/sec, was einem Verhältnis von 1 : 36 entspricht. Vergleichsweise sei erwähnt,

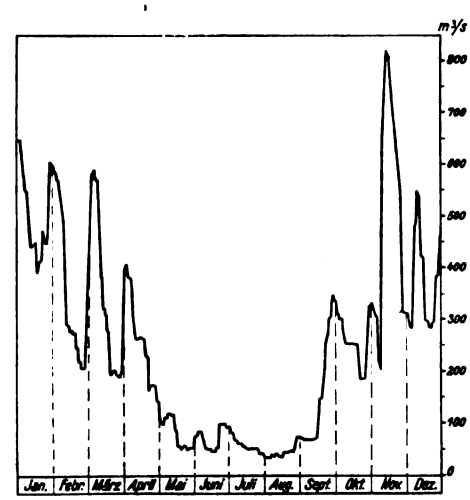


Abb. 3. Abflußkurve eines mittleren Jahres.

daß dieses Verhältnis bei den gleichmäßigsten deutschen Flüssen im seenreichen Ost- und Westpreußen etwa 1 : 10 ist, bei mitteldeutschen Flüssen etwa 1 : 200 und bei süddeutschen Flüssen, wie Lech und Isar, bis aus 1 : 1000 am Neckar sogar bis auf 1 : 8000 steigt. Bild 3 zeigt die Schwankungen des Shannonabflusses in einem durchschnittlichen Jahr.

Das Gefälle des 330 km langen Shannonflusses ist außerordentlich verschieden (Bild 4). Das Quellgebiet liegt etwa 100 m über dem Meeresspiegel. Nach dem 40. bis zum 230. km ist das Gefälle sehr gering. In diesem flachen Gebiet liegen die vielen Seen, von denen die drei größten Lough Allen, Lough Ree und Lough Derg mit insgesamt 261,2 km² Oberfläche als Speicherbecken der Kraftanlage zur Verbesserung des Wasserabflusses benutzt werden sollen. Das Gefälle des Unterlaufes beträgt vom Derg-See bis zur Stadt Limerick auf 27 km Länge rund 30 m. Hier tritt der Shannon in das Ebbe- und Flutgebiet ein und mündet dann in einer langgestreckten Meeresbucht in den Atlantischen Ozean.

Digitized by Google

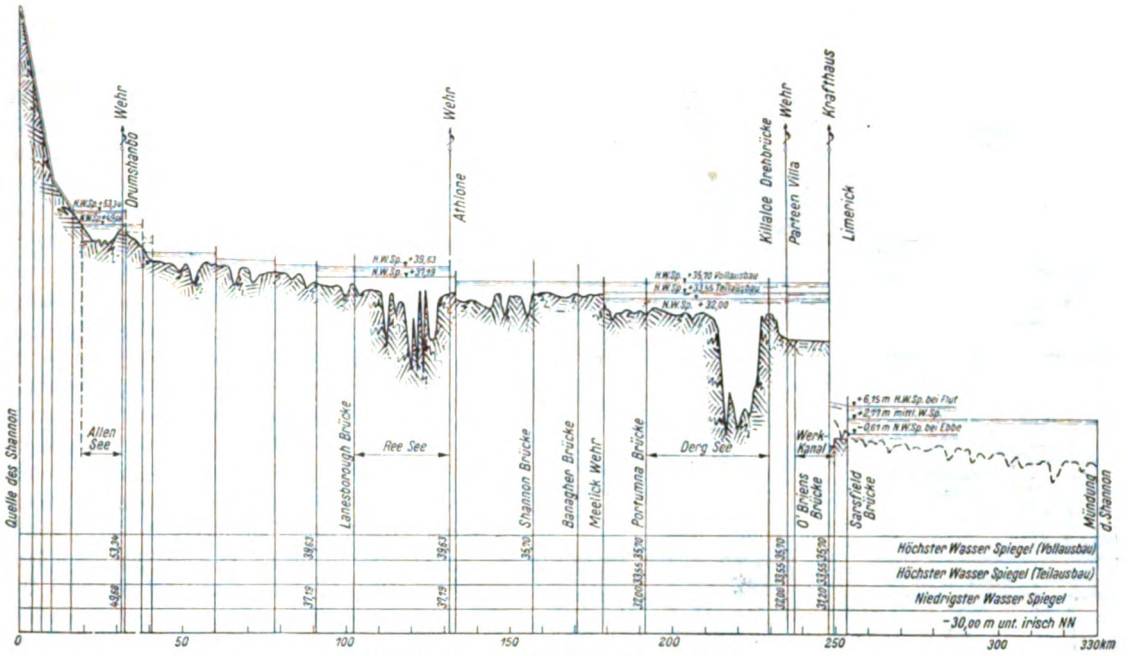


Abb. 4. Längenschnitt des Shannonflusses.

Speicherbecken.

Die Spiegel der drei größten Seen wurden bereits bisher durch Wehre an den Ausläufen künstlich geregelt. Man ging jedoch nicht darauf aus, Hochwässer aufzuspeichern und in trockenen Zeiten als Zufluß abfließen zu lassen, also den Abfluß des Shannon zu vergleichmäßigen, sondern beschränkte sich in erster Linie darauf, den Seespiegel in trockenen Zeiten nicht unter eine gewisse Höhe sinken zu lassen, damit die mit Kähnen von 40 bis 60 t Tragfähigkeit betriebene Schiffahrt die genügende Fahrtiefe vorfand. Dabei treten an den flachen Seeufern zu Hochwasserzeiten ausgedehnte Ueberschwemmungen auf, die noch dadurch vermehrt wurden, daß die größtenteils festen Wehre und Hindernisse im unausgebauten Flußschlauch den Wasserabfluß hemmten. Erst das Hinzutreten der neuen Aufgabe, den Speicherraum der Seen nach bestimmten Wasserwirtschaftsplänen für die Kraftausnutzung auszubauen, brachte die finanzielle Möglichkeit, die flachen, aus undurchlässigem Untergrund bestehenden Seeufer durch Dämme zu schützen und damit die bisher zum Teil im Widerstreit liegenden Belange der Landeskultur und der Schiffahrt miteinander zu vereinigen. Entsprechend dem allmählich anwachsenden Strombedarf ist der Ausbau der Wasserkraft des Shannon in mehreren Stufen vorgesehen, denen auch ein allmählicher stufenweiser Ausbau der Speicherräume der drei Seen entspricht.

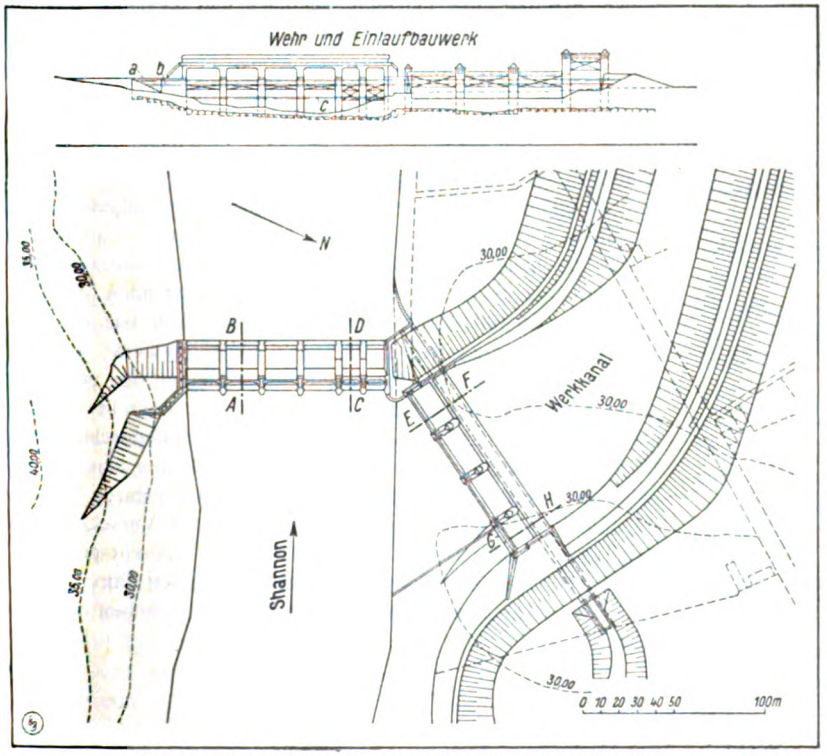


Abb. 5. Wehr und Einlaufbauwerk, Lageplan.
a) 35,70 Stauspiegel Vollausbau; b) 35,55 Stauspiegel Teilausbau; c) 32,00 Niedrigster Wasserspiegel.

Für den ersten Ausbau wird nur der unterste und größte der drei Seen, der Lough Derg, herangezogen, und zwar wird der bisherige höchste Seespiegel als obere Grenze beibehalten, während der bisherige tiefste Spiegel um weitere 60 cm abgesenkt wird. Die Seeufer werden durch Dämme eingefaßt, deren 2 m breite Kronen 2 m über dem höchsten Seespiegel liegen. Das durch die Dämme geschützte Gebiet wird durch Gräben und elektrisch betriebene Pumpwerke entwässert. Dieselben Maßnahmen sind auch für die oberhalb anschließenden Flußstrecken bis Banagher erforderlich, wozu dann noch Baggerungen im Flußschlauch und der Umbau der vorhandenen festen Wehre bei Meelick in bewegliche Schützenwehre treten, um die Vorflutverhältnisse in diesem, dem Hochwasser bisher besonders ausgesetzten Teile zu verbessern und gleichzeitig die bisherige Schiffahrtstiefe auch bei abgesenktem Seespiegel zu wahren.

Die gesamte Spiegelschwankung des Derg-Sees beträgt in Zukunft 1,53 m und entspricht einem nutzbaren Speicherraum von 186 Millionen m³. Da im ersten Ausbau zur Deckung des in eingehenden wirtschaftlichen Ueberlegungen ermittelten voraussichtlichen Bedarfs selbst im trockensten Jahr ein Speicherraum von 133 Millionen m³ genügt, bleibt als Reserve ein eiserner Bestand von 53 Millionen m³.

Digitized by Google

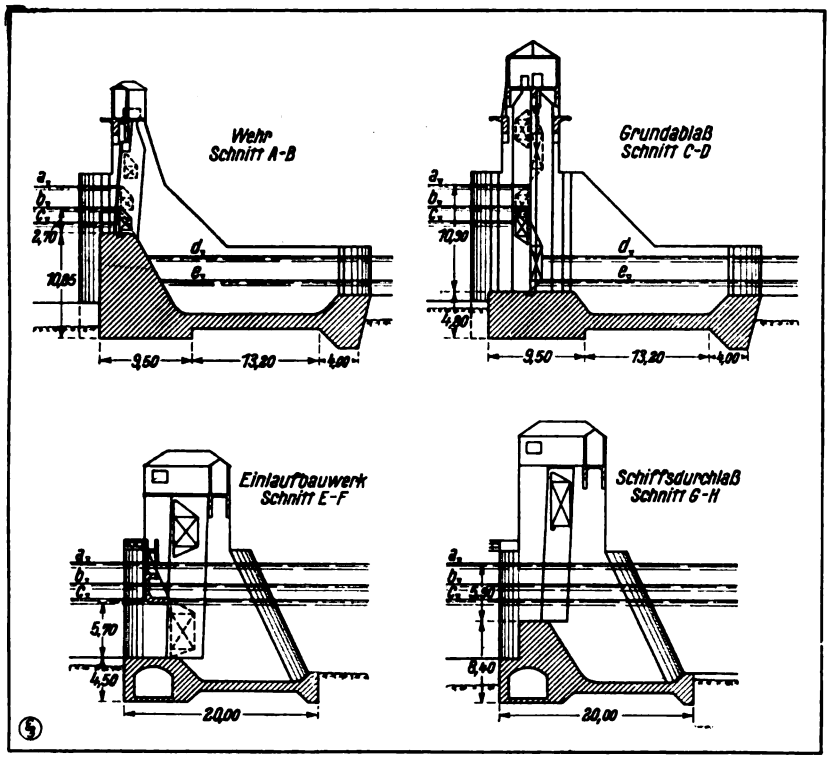


Abb. 6. Querschnitte durch Wehr und Einlaufbauwerk.
a) 35,70 Stauspiegel Vollausbau; b) 35,55 Stauspiegel Teilausbau; c) 32,00 Niedrigster Wasserspiegel; d) 28,50 Höchster Unterwasserspiegel; e) 25,75 Niedrigster Unterwasserspiegel.

Im weiteren Ausbau soll zunächst der Speicherraum auf 573 Millionen m³ vergrößert werden, wofür dann auch der Ree-See und der Allen-See herangezogen werden. Die wirtschaftliche Verteilung wurde nach eingehenden Voruntersuchungen in den Werten der folgenden Tafel gefunden:

	Hochwasserspiegel:	Tiefster Spiegel:	Speicherraum:
1. Derg-See	plus 33,55	plus 32,00	186 Millionen m³
2. Ree-See	„ 39,65	„ 37,21	259 „ „
3. Allen-See	„ 53,38	„ 49,72	128 „ „
		Summe:	573 Millionen m³

Der Derg-See bleibt dabei wie im Teilausbau; am Ree-See wird zur Regulierung des Abflusses ein neues Wehr erforderlich, und die Ufer sind durch Dämme und Pumpen, durch welche die hinter den Dämmen liegenden Gebiete entwässert werden, zu schützen.

Das vorhandene Wehr am Allen-See muß dem erhöhten Seespiegel entsprechend umgebaut und die erforderlichen Uferschutzbauten, Dämme, Gräben, Pumpen und Düker müssen ausgeführt werden. Im Endausbau soll die Größe der Speicherräume dadurch, daß der Derg-See um weitere 2,10 m höher gestaut wird und die Dämme erhöht, bzw. auf der oberhalb liegenden Flußstrecke bis zum Ree-See verlängert werden, auf zusammen 827 Millionen m³ gesteigert werden. Insgesamt sind bei diesem Ausbau der Speicherräume im ersten Ausbau 83 km Dämme und 16 Pumpen erforderlich. Die entsprechenden Zahlen für den Vollausbau sind 218 km und 48 Pumpen.

Gestaute Flußstrecke zwischen Derg-See und Hauptwehr. Zwischen dem Derg-See und dem Hauptwehr wird die 8 km lange Shannonstrecke auf die Höhe des Derg-Sees + 33,55 im ersten Ausbau, + 35,70 im Endausbau, angestaut. Da die entsprechenden Stauspiegel am Wehr, 7,55 m bzw. 9,65 m über dem jetzigen Mittelwasser liegen, werden zu beiden Seiten des Flusses bis zu 7 m hohe Seitendämme erforderlich, die zunächst nur mit einer Kronenhöhe von 1,50 m über dem Stauspiegel des ersten Ausbaues ausgeführt werden und später erhöht werden sollen. Der sorgfältigen und wasserundurchlässigen Ausführung dieser Dämme, deren Anlage durch den überall dichten, teils felsigen teils lehmigen Untergrund ermöglicht und begünstigt wird, ist bei der Projektierung besondere Beachtung geschenkt worden.

Wehranlage.

Das Wehr (Bild 5 und 6) wird auf einer Felsbank aus Bunt-Sandstein errichtet, die sich durch das Flußbett des Shannon zieht und die sichere Gründung des Bauwerks gewährleistet. Es werden vier Wehröffnungen von je 18 m und zwei Grundablaß-Oeffnungen von je 10 m l. W. vorgesehen. Die großen Oeffnungen werden durch je eine eiserne Rollschütze von 2,70 m Höhe verschlossen, die auf die rund 11 m hohen festen Wehrschwellen aufgesetzt ist. Im Endausbau, bei dem der Wehrstau um 2,10 m gehoben wird, sollen die festen Wehrschwellen entsprechend erhöht werden, so daß dieselben Schützen wieder Anwendung finden können. Eingehende Modellversuche, die mit diesem Wehr in dem unter der Leitung des Herrn Professor Dr. Ludin stehenden Wasserbau-Laboratorium der Technischen Hochschule Berlin vorgenommen wurden, brachten wertvolle Aufschlüsse über den späteren Abflußvorgang. Dabei stellte es sich als zweckmäßig heraus, um späteren Auskolkungen in der Flußsohle entgegenzuwirken, einige Abänderungen an dem in den Abbildungen dargestellten Entwurf vorzunehmen, deren wichtigste die Verlegung der beiden Grundablässe von dem Ufer nach der Flußmitte und die Verlängerung der Sturzbecken hinter ihnen sind.

Die Grundablässe werden verschlossen durch je zwei übereinander liegende Schütztafeln von 10,90 m Gesamthöhe. Die obere Schütze, die getrennt gehoben und gesenkt werden kann, ist im Teilausbau nur soweit gehoben, wie es der Stau auf 33,55 N. N. verlangt. Für den Vollausbau ist es dann nur erforderlich, die Oberschütze ganz zu heben. Das Wehr ist so berechnet, daß die bisher beobachtete größte Hochwassermenge von 920 m³/sec durch die vier hochliegenden Wehröffnungen und einen Grundablaß abgeführt werden können, so daß durch die Anordnung des zweiten Grundablasses eine reichliche Reserve geschaffen ist. Mit dem linken Landpfeiler ist ein Fischpaß verbunden, der auf der Oberwasserseite mit Schlupföffnungen, die entsprechend dem wechselnden Wasserstande in verschiedener Höhe liegen, versehen ist. An den rechten Wehrkopf schließt sich das Einlaßbauwerk, das zur Absperrung des Werkkanals bei Untersuchungen und etwaigen Ausbesserungen des Kanals dient. Es ist aufgeteilt in drei Oeffnungen von je 25 m l. W. und einen Schiffsdurchlaß von 17 m l. W. Die 25 m weiten Oeffnungen erhalten eine durchgehende Tauchwand aus Eisenbeton und werden durch eiserne Schützen von 5,7 m Höhe verschlossen. Als Verschluß des Schiffsdurchlasses ist ein Hubtor gewählt, das entsprechend der für den Schiffsverkehr erforderlichen lichten Durchfahrtshöhe 3,5 m über den höchsten Stauspiegel gehoben werden kann.

Der Werkkanal.

Der Werkkanal führt hinter dem Einlaßbauwerk zunächst durch eine Felsstrecke und umgeht dann in einem Bogen das

Digitized by Google

Dorf O'Briensbridge. Er folgt dann dem Talhang entlang der Straße von O'Briensbridge nach Ardnacrusha und überschreitet kurz vor dem Krafthaus das Tal des Blackwaterbaches in einer bis zu 18 m hohen Dammstrecke. Die gesamte Länge des Kanals beträgt 12,6 km. Das Profil (Bild 7) ist für 1,5 m/sec Geschwindigkeit bei tiefstem Betriebswasserspiegel und voller Beaufschlagung sämtlicher für den Vollausbau vorgesehenen Turbinen (600 m³/sec) berechnet. Die größte Wassertiefe wurde auf 11,20 m bei 90 m größter Spiegelbreite, die Böschungsneigung von der Sohle bis zum tiefsten Wasserspiegel mit 1 : 3 festgesetzt. Sohle und Böschungen werden, soweit das Profil nicht im Felsen liegt, mit einer 40 cm starken Beschotterung versehen. Oberhalb des tiefsten Wasserspiegels bis zur Dammkrone wird zweifache Böschung geplant, die von 60 cm unter dem tiefsten bis 60 cm über dem höchsten Betriebswasserspiegel, gegen Wellenschlag mit einer 12 cm starken Betonschicht geschützt wird. Die Dämme erhalten durchweg 3 m Kronenbreite und bis zu einer Höhe von 8 m eine luftseitige Böschungsneigung von 1 : 3. Von 8—15 m Dammhöhe soll die luftseitige Böschung wie bei Talsperren in Stufen 1 : 3, 1 : 4 und 1 : 5 vorgesehen werden.

Der Werkkanal wird von vornherein für den Vollausbau ausgeführt, um das genügende Dammschütt-Material aus dem Aushub zu gewinnen. Die von der Kanaltrasse durchschnittenen Straßen werden in drei Eisenbetonbrücken über den Kanal geleitet. Zur Ableitung des Tageswassers werden an dem rechten Kanaldamm entlang Entwässerungsgräben gezogen und in vier Durchlässen unter dem Kanal hindurchgeführt.

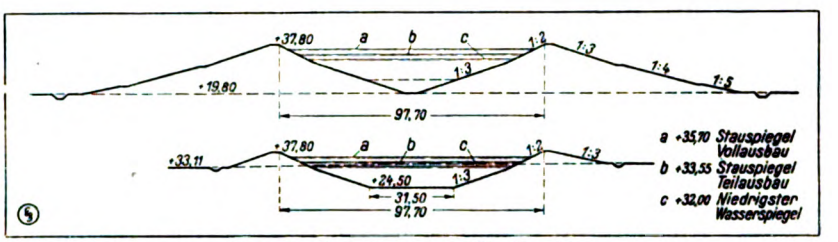


Abb. 7. Querschnitte des Oberkanals.

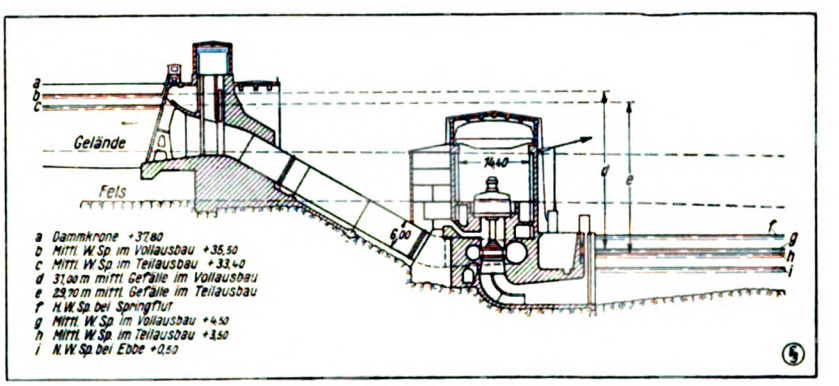

Gelände
Fels
1440
6,00
a Dammkrone +37,80
b Mittl. W.Sp. im Vollausbau +35,50
c Mittl. W.Sp. im Teilausbau +33,40
d 31,00 m mittl. Gefälle im Vollausbau
e 29,70 m mittl. Gefälle im Teilausbau
f H.W.Sp. bei Springflut
g Mittl. W.Sp. im Vollausbau +4,50
h Mittl. W.Sp. im Teilausbau +3,50
i N.W.Sp. bei Ebbe +0,50

Abb. 8. Längsschnitt des Krafthauses.

Das Kraftwerk.

In dem bei dem Dorf Ardnacrusha liegenden Kraftwerk (Bild 8 und 9) sollen im ersten Ausbau drei Maschinensätze von je 38 600 PS aufgestellt werden, die dann im weiteren Ausbau um weitere drei bzw. vier Maschinensätze derselben Größe vermehrt werden können. Von dem Wasserschloß wird das Wasser jeder Turbine durch je eine Druckrohrleitung von 6 m Durchmesser und 44 m Länge zugeführt. Die Druckrohrleitungen sollen offen verlegt, mit Ausdehnungsstücken versehen und auf Pendelstützen gelagert werden.

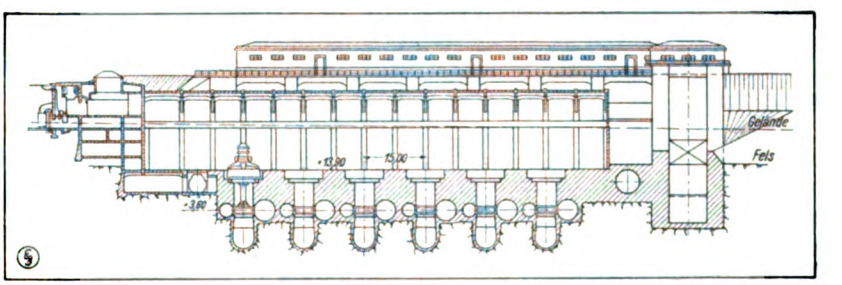


Abb. 9. Querschnitt des Krafthauses.

Die Rohreinläufe können durch je eine Rollschütztafel von 6,4 m l. W. und 6,5 m l. Höhe verschlossen werden, deren Hubwerk mit einer Vorrichtung versehen ist, die es ermöglicht, die Schützen im Notfalle in 30 Sekunden zu schließen.

Zur Entleerung des Werkkanals dient ein neben dem Krafthaus angeordneter Leerschuß, der als Eisenbetonrohr von 6 m l. W. ausgeführt wird und durch eine Grundablaßschütze verschlossen ist. Die schmiedeeiserne Schütztafel von 6 m l. W. und 3 m l. Höhe ist als Rollschütze ausgebildet und dichtet mit ihrer Oberkante gegen eine in Eisenbeton ausgeführte vertikale Wand ab, auf der eine selbsttätige Stauklappe von 6 m l. W. und 1,65 m Höhe aufgesetzt wird, die den Stauspiegel automatisch auf der erforderlichen Höhe hält und zur Abführung von Schwemmgut durch eine mechanische Umlegevorrichtung betätigt werden kann.

Die 38 600 PS-Turbinen werden von J. M. Voith und Escher, Wyß, als Francisturbinen mit stehender Welle, unmittelbar mit Schirmgeneratoren von 30 000 kVA gekuppelt, gebaut.

Das Nutzgefälle ist außer von dem Seespiegelstand auch von Ebbe und Flut abhängig, die sich vom Meere her durch den Unterlauf des Shannon und den Unterkanal bis an das Kraftwerk fortsetzen. Es schwankt zwischen den Werten 26,42 m und 33,73 m und beträgt bei normalem Stauspiegel des ersten Ausbaues und mittlerer Flut 28½ m. Ueber die bei den verschiedenen Gefällen auftretenden Leistungen und Wirkungsgrade gibt nachstehende Tafel Aufschluß:

Gefälle	Wassermenge	Leistung	Wirkungsgrad
33,73 m	102,0 m³	38 600 PS	84%
28,5 „	96,2 „	31 000 „	85%
28,5 „	80,9 „	27 150 „	88%
28,5 „	71,1 „	23 258 „	86%
28,5 „	62,1 „	19 400 „	82%
28,5 „	53,9 „	15,500 „	75,5%

Das Wasser wird dem Leitapparat durch ein ganz in Beton gelagertes Blechspiralgehäuse zugeführt.

Jede Turbine wird durch je einen Oeldruckregler selbsttätig gesteuert. Der eigentliche Steuerregler ist auf der Höhe des Maschinenhausflures aufgestellt und mit den für den Betrieb erforderlichen Kontroll-Instrumenten, wie Tachometer, Vacuummeter usw. versehen. Die Servomotoren sind von dem Steuerregler getrennt und unmittelbar über den Turbinenspiralen vorgesehen, um so die Uebertragung der erheb-

Digitized by Google

lichen Regulierkräfte möglichst kurz zu halten. Das zum Betrieb der Servomotoren erforderliche Drucköl wird in besonderen Pumpen erzeugt, die durch Elektromotoren angetrieben werden und mit den dazugehörigen Windkesseln in einem geräumigen, in Höhe der Servomotoren liegenden Bedienungsgang aufgestellt sind. Gemeinsame Oelleitungen verbinden die Pumpen untereinander und gewährleisten selbst bei Ausfall einer Pumpengruppe die ungehinderte Fortsetzung des Betriebes.

Eine kleine Hilfsturbine treibt eine mit dieser Oelleitung verbundene Reservepumpengruppe und einen auf der gemeinsamen Welle angeordneten Generator, der auch bei Stillstand

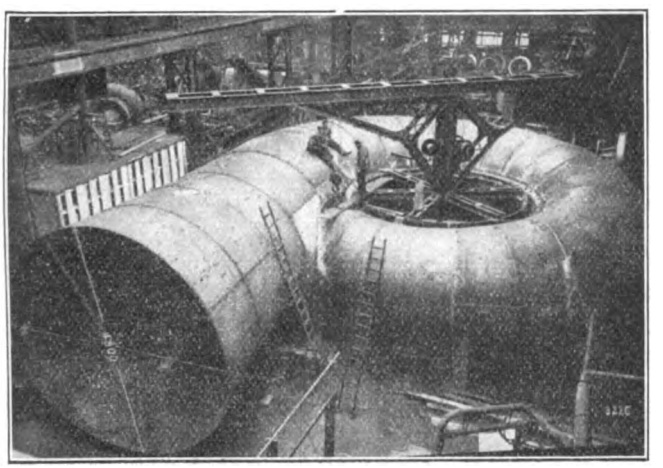


Abb. 10. Spiralgehäuse einer 38 600 PS-Turbine im Zusammenbau bei J. M. Voith.

der großen Maschinen den für die Hilfsbetriebe nötigen Strom liefert. Die Spurlager der Turbinen sind für eine größte Belastung von 480 t (einschließlich des Wasserdruckes) konstruiert und auf dem oberen Armkreuz des Generators angebracht. Das Gewicht des Stahlguß-Laufrades und der Welle beträgt zusammen ungefähr 42 t.

Zur Montage stehen im Maschinenhaus zwei elektrisch angetriebene Drei-Motorenkrane von je 100 t Tragfähigkeit zur Verfügung.

Schleusen.

An den Leerschuß schließt sich nach dem linken Ufer zu eine Schleusenanlage mit zwei Schachtschleusen von je rund 17 m größter Hubhöhe an, die den Schiffen den Abstieg zum Unterwasser ermöglicht. Die Kammern erhalten 6 m l. W. und 38 m Länge und sind zur Aufnahme von 150 t Schiffen vorgesehen. Eingehende Untersuchungen über die Frage, ob der Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser zweckmäßiger durch ein Schiffshebewerk oder durch die genannte Schleusenanlage überwunden wird, haben zu dem Ergebnis geführt, daß das Anlagekapital für die beiden Schleusen etwa 20% geringer ist, und haben daher die Frage zugunsten der Schleusen entschieden, da die höhere Leistungsfähigkeit des Schiffshebewerkes bei dem geringen Umfang und der geringen Entwicklungsmöglichkeit der jetzigen Schiffahrt keine ausschlaggebende Rolle spielt.

Unterwasserkanal.

Die Sohle des 1800 m langen Unterwasserkanals (Bild 11) liegt in ihrer ganzen Länge im Felsen und erhält im ersten Ausbau eine Breite von 22 m, die im Endausbau auf 42 m vergrößert werden soll. Das Profil ist mit Rücksicht auf die Schiffahrt für eine maximale Geschwindigkeit von 1,5 m/sec bei mittlerem Flutstand berechnet. Der Unterlauf des Shannon wird durch umfangreiche Felssprengungen vertieft, um das vorhandene Gefälle restlos auszunutzen.

Allgemeines.

Im folgenden soll kurz der Einfluß gestreift werden, den das Kraftprojekt auf die Schiffahrt, die Fischerei und die Landeskultur ausüben wird. Die Schiffahrt, die bisher von Limerick ausgehend den Derg-See teilweise auf dem Shannon, größtenteils jedoch auf einem Schiffahrtskanal mit 10 Schleusen für 40—60 t Kähne erreichte, findet nach Durchführung des Kraftprojektes auf dem Wege über den Unterkanal, die Schleusen am Krafthaus, den Oberkanal und die gestaute Shannonstrecke eine leistungsfähige Wasserstraße für 150 t Schiffe vor. Damit sie die Straßenbrücke von Killaloe passieren kann, werden die beiden rechten Oeffnungen dieser Brücke umgebaut und für die Schiffsdurchfahrt mit einer Dreh- oder Klappbrücke versehen. Das bestehende alte Wehr wird entfernt und der Shannon oberhalb der Brücke so vertieft, daß die nötige Schiffahrtstiefe selbst bei der gegenüber dem bisherigen Zustand erhöhten Absenkung des Sees vorhanden ist. Da die Schleusen bei Meelick und Athlone im Oberlauf des

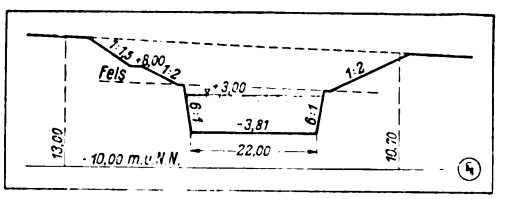


Abb. 11. Querschnitt des Untergrabens.

Shannon bereits für 150 t Schiffe ausreichen, wird in Zukunft Athlone, das neben Limerick der Hauptbeteiligte an der Shannonschiffahrt ist, mit 150 t Schiffen zu erreichen sein. Die Schiffahrtsstraße wird in ihrem Unterlauf zunächst wie bisher nur mit dem Binnenhafen in Limerick in Verbindung stehen und im weiteren Ausbau bis zum Seehafen Limerick durchgeführt werden, wobei dann noch der Einbau einer beweglichen Oeffnung in die bestehende massive Brücke bei Limerick erforderlich ist. Die Belange der Fischerei, die hauptsächlich im Lachsfang besteht, werden dadurch berücksichtigt, daß am Wehr ein Fischpaß eingebaut wird und in dem abgeschnittenen Shannonarm durch den verbleibenden Mindestabfluß unter Einbau von Grundschwellen der Wanderweg für die Fische gewahrt bleibt. Auch bei der Anlage der Schachtschleusen am Krafthaus und ihrer Verschlüsse wird darauf Rücksicht genommen, daß die Fische, ohne Beschädigung durch starke Wasserströmungen, die Schleusen durchwandern können und dann über den Oberkanal und die gestaute Shannonstrecke den Aufstieg zu den Laichplätzen im Derg-See und den oberen Seen finden.

Die Landeskultur wird in Zukunft dadurch verbessert, daß infolge der Standämme vom Wehr aufwärts und um die Seen herum weite Gebiete geschützt werden, die bisher regelmäßigen Ueberflutungen durch Hochwasser ausgesetzt und der Nutzung als Acker- und Weideland entzogen waren. Es handelt sich hier insgesamt um 5000 ha, die durch diesen Dammschutz und die künstliche Entwässerung durch Pumpwerke in hochwertiges Kulturland verwandelt werden.

Zusammenfassend kann wohl gesagt werden, daß bei dem Shannonprojekt die Vereinigung der verschiedenen, leider so häufig miteinander im Widerstreit liegenden wasserwirtschaftlichen Belange in sehr glücklicher Form gelungen ist. Die Baukosten werden für den ersten Ausbau ohne Freileitungsnetz und Schaltstationen rund 60 Millionen sh betragen, von

Digitized by Google

denen etwa 50 Millionen sh auf die Hoch- und Tiefbauten und die restlichen 10 Millionen sh auf die maschinelle und elektrische Ausrüstung (Wehr, Rohrleitungen, Turbinen, Generatoren, Transformatoren und mit dem Krafthaus verbundene Schaltstation) entfallen.

Die erzielbare Jahresarbeit schwankt nach der Wasserführung des Shannon zwischen jährlich 291 Millionen kWh und 672 Millionen kWh und beträgt in einem Jahr mit mittlerer Wasserführung 462 Millionen. Da die Speicherräume der Seen eine gute Anpassung der Stromerzeugung an den Bedarf und dessen Schwankungen gestatten, wird die verfügbare Wasserkraft des Shannon weitgehend ausgenutzt werden können und für eine Reihe von Jahren ohne Zuhilfenahme von Dampfkraftwerken für die Ueberlandversorgung Irlands ausreichen.

Die Bauzeit des ganzen Projektes ist für den ersten Ausbau auf dreieinhalb Jahre festgesetzt. Die Vorbereitungen für die Tiefbauten sind bereits im August v. J. begonnen, so daß der erste Ausbau mit zusammen rund 120 000 PS voraussichtlich im Anfang des Jahres 1929 dem Betrieb übergeben werden kann. (W. 905.)

Über Propeller- und Kaplanturbinen.

Von Oberingenieur Dipl.-Ing. G. Großmann, Ravensburg.

Nachdem nach Erwerb der Patente des Herrn Prof. Dr. Viktor Kaplan die im Kaplanturbinen-Konzern zusammengeschlossenen Firmen die grundlegenden Versuche und Untersuchungen beendigt hatten, ist man daran gegangen, die Kaplan- und Propellerturbinen bei Neuanlagen anzubieten und zu bauen.

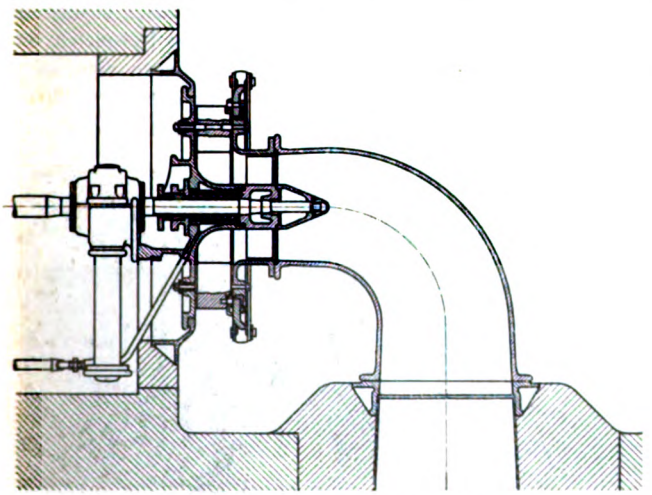


Abb. 1. Schnitt durch eine Propeller-Wandturbine.

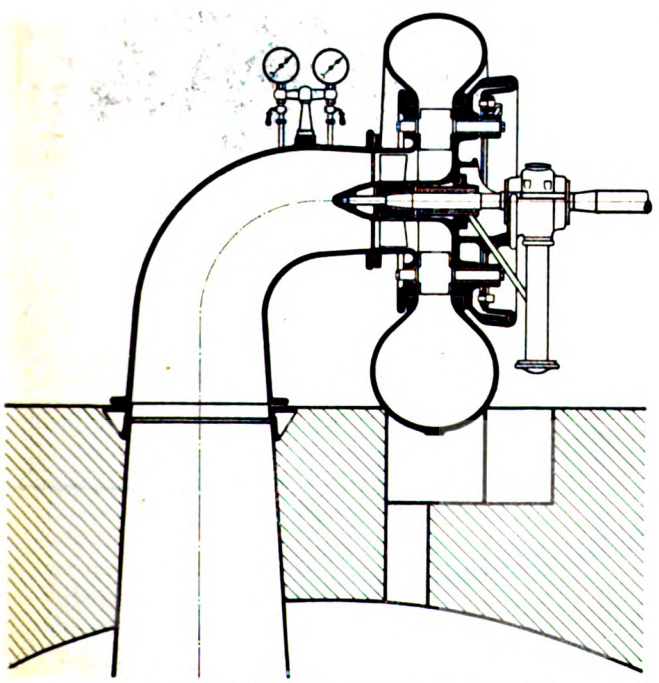


Abb. 2. Schnitt durch eine Propeller-Spiralturbine.

Die Vorteile, die die Kaplanturbine durch die günstige Ausnützung der Kleinwassermengen bietet, sind von den für den Bau von Wasserkraft-Anlagen maßgebenden Kreisen voll anerkannt worden und so kommt es, daß man in neuerer Zeit bei Niederdruckanlagen die Kaplanturbine ihrer großen hydraulischen Vorteile wegen vorzugsweise verwendet.

Die Firma Escher Wyss & Cie. in Ravensburg (Württbg.) hat die Entwicklung und Verbreitung der Kaplan-Turbinen ganz besonders gefördert und eine Reihe bemerkenswerter

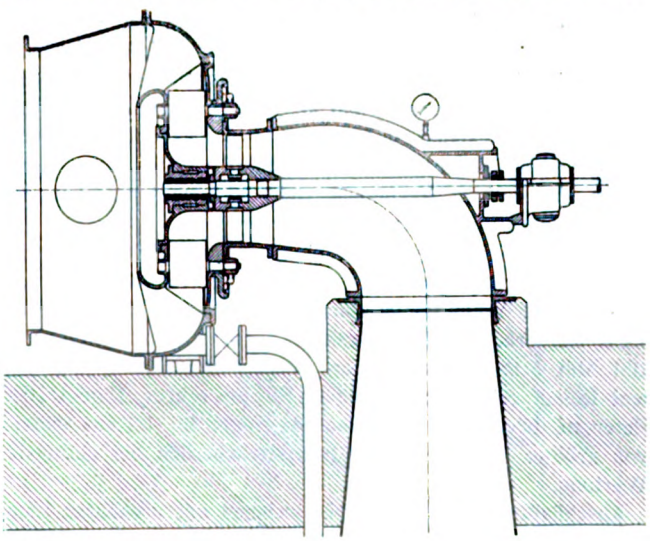


Abb. 3. Schnitt durch eine Propeller-Stirnkesselturbine.

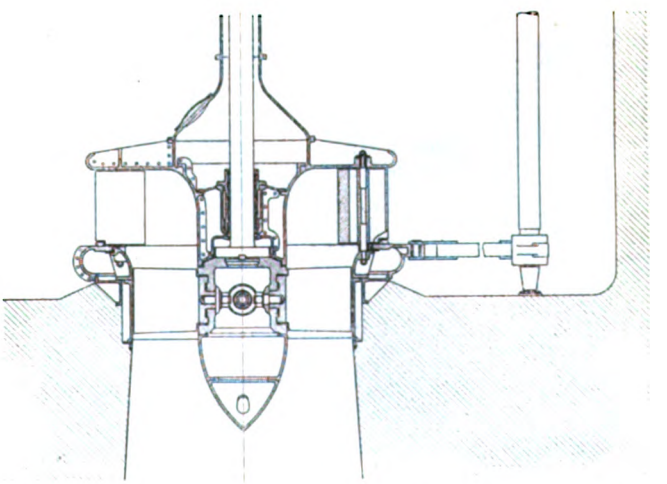


Abb. 4. Schnitt durch eine Propeller-Schachtturbine mit stehender Welle.

Digitized by Google

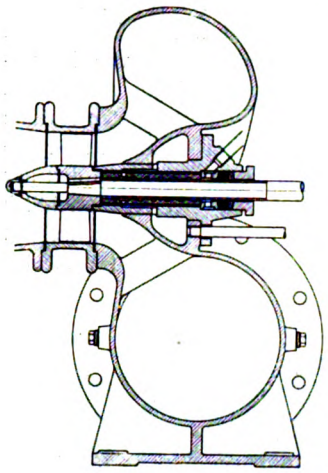


Abb. 5.
Schnitt durch eine Propeller-Kleinturbine.

Kaplan- und Propeller-Turbinenanlagen gebaut und in Auftrag, nämlich 35 Anlagen mit etwa 50 000 PS.

Im Nachstehenden sollen einige charakteristische Ausführungsarten gezeigt werden, und zwar sollen zunächst einige Beispiele für Ausführungen von Propellerturbinen, also Turbinen, deren Laufradschaufeln nicht drehbar angeordnet sind, gebracht werden.

Während die Kaplanturbine hauptsächlich in Anordnungen mit vertikaler Welle ausgeführt wurde, hat Escher Wyss die Propellerturbine neben Ausführungen mit vertikaler Welle wiederholt auch in Ausführung mit horizontaler Welle geliefert. Abb. 1 zeigt eine solche Propellerturbine als Wandturbine, Abb. 2 als Spiralturbine, Abb. 3 als Stirnkesselturbine und Abb. 4 als Vertikalturbine.

Da bei den achsial beaufschlagten Propellerturbinen das Laufrad von der Mitte des Leitapparates weiter absteht, als bei Francisturbinen, ist es zur besseren Lagerung der Welle und zur Vermeidung von Vibrationen notwendig, bei Ausführungen mit horizontaler Welle außer dem normalen Konsollager die Welle durch ein unmittelbar an der Propellernabe sitzendes zweites Führungslager zu fassen. Dieses Lager kann als fettgeschmiertes Weißmetallager ausgeführt werden, oder, wenn reines Wasser zur Verfügung steht, als wassergeschmiertes Pockholzlager oder Gummilager.

Bei ganz kleinen Propellerturbinen, den sog. Zwergpropellerturbinen, verzichtet man auf das normale Konsolschmierlager und führt die Welle nur in einem unmittelbar an der Propellernabe angebrachten Führungslager. Ene solche Kleinturbine gibt Abb. 5 im Schnitt wieder. Diese Kleinturbinen, nach Patent Reindl gekuppelt mit einem Stromerzeuger, Patent Prof. Petersen, bilden ein Maschinen-Aggregat für kleine Anlagen von größter Einfachheit und Betriebssicherheit bei geringster Wartung.

Anschließend seien die Kaplanturbinen mit drehbaren Laufradschaufeln und zunächst der allen Ausführungen gemeinsame Konstruktionsteil, nämlich die Nabe mit den verstellbaren Laufschaufeln, beschrieben. Aus Abb. 12 ist die Konstruktion der

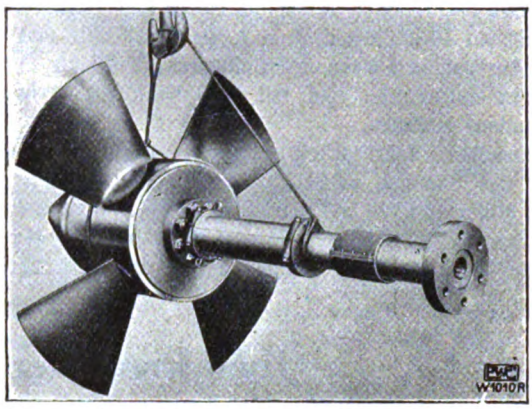


Abb. 7. Kaplan-Laufrad auf der Welle.

Nabe klar zu erkennen. Die einzelnen Schaufeln, in der Regel 4, sind in zwei Zapfenlagern gelagert, zwischen welchen der Verstellhebel angeordnet ist. Die Verbindung dieser Verstellhebel mit dem am Ende der Verstellstange befestigten Verstellkreuz geschieht mittels Laschen. Die Verstellstange ist in einer Bohrung der Turbinenwelle geführt. Wie die Uebertragung der Regulierbewegung, die von Hand oder automatisch ausgebildet werden kann, erfolgt, geht aus nachstehenden Beispielen hervor. Die beiden Lichtbilder Abb. 6 und 7 geben eine solche Nabe in der Ansicht wieder. In Abb. 6 ist das Verstellkreuz deutlich zu erkennen. Die Nabe ist mit Oel gefüllt, das durch

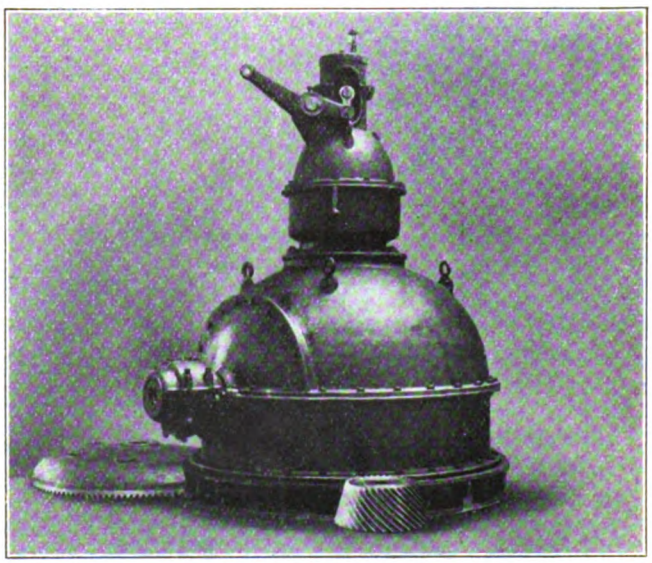


Abb. 8. Präzisions-Kegelradgetriebe für eine Kaplanturbine.

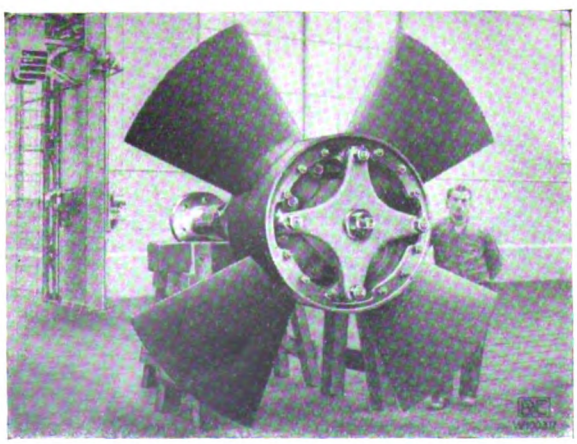


Abb. 6. Kaplan-Laufrad, Nabe geöffnet.

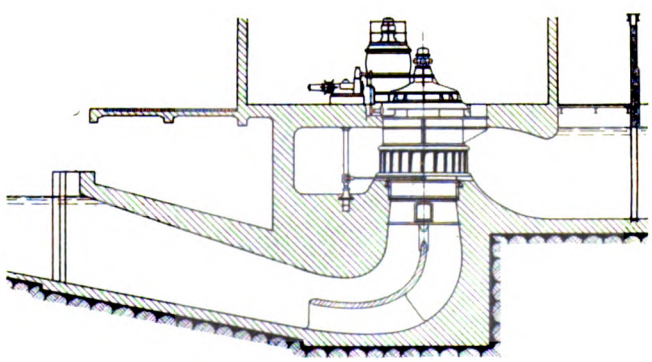


Abb. 10. Querschnitt durch eine Kaplan-Anlage mit stehender Welle, Antrieb auf den Generator mit Stirnradgetriebe, Uebersetzungsverhältnis 1 : 9.

Digitized by Google

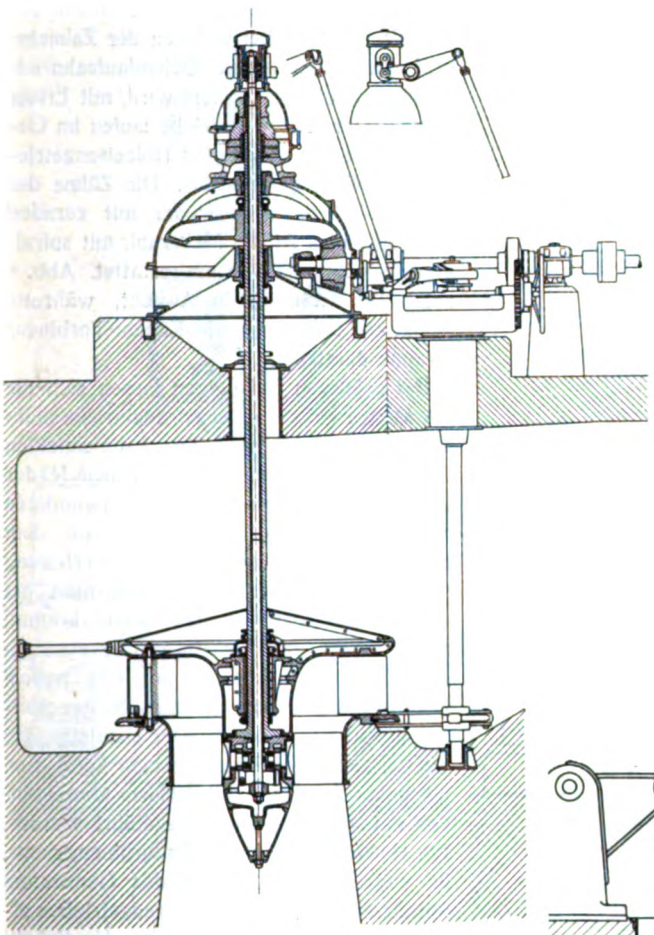


Abb. 9.
Schnitt durch eine Kaplan-Schachtturbine mit Präzisions-Kegelradgetriebe.

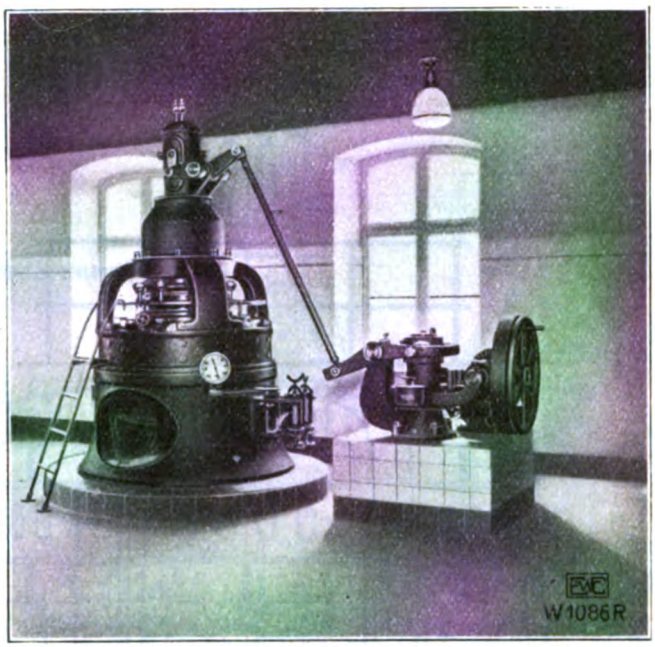


Abb. 11. Verstellkopf für das Laufrad und Handregulierung einer Kaplanturbine mit stehender Welle.

besonders sorgfältig ausgebildete Dichtungen verhindert wird an den Lagerstellen der Schaufelzapfen auszutreten.

Da die Wasserturbine mit vertikaler Welle heute mit wenigen Ausnahmen als die am meisten für niedrige Gefälle zur Anwendung gelangende Turbinenart angesprochen werden darf, so ist es natürlich, daß die Kaplan-Turbine als eine ausgesprochene Niederdruckturbine in den weitaus meisten Fällen mit vertikaler Welle verwendet wird.

Im nachfolgenden seien an einigen Beispielen die verschiedenen Ausführungsarten erläutert.

Für Anlagen kleiner Leistung wird in den meisten Fällen, um billige normale Generatoren mit horizontaler Welle verwenden zu können, auf die direkte Kupplung zwischen Turbine und Generator verzichtet und zur Verbindung der vertikalen Turbinenwelle mit der horizontalen Generatorwelle ein Kegelradgetriebe vorgesehen. Da aber die bisher allgemein üblichen Kegelradgetriebe — wobei ein auf der Turbinenwelle sitzendes Kegelrad mit Holzkämmen ein auf der horizontalen Vorgelegewelle befindliches Kegelrad aus Gußeisen antreibt — auch bei genauer Ausführung und guter Schmierung im Betriebe Geräusch verursachen, hat die Firma Escher Wyss & Cie. in letzter Zeit häufig als Ersatz der Holzeisenkegelräder Präzisionskegelräder-

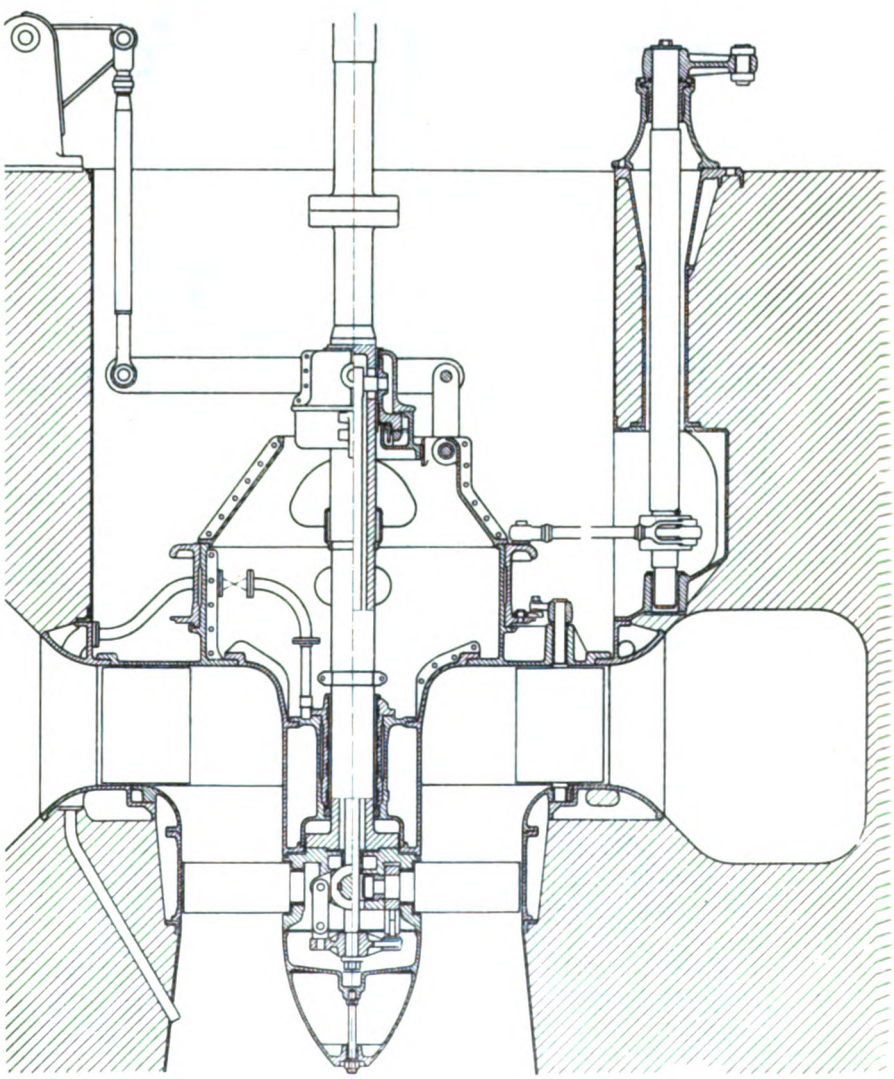


Abb. 12. Kaplanturbine mit stehender Welle, Generator direkt gekuppelt.

Digitized by Google

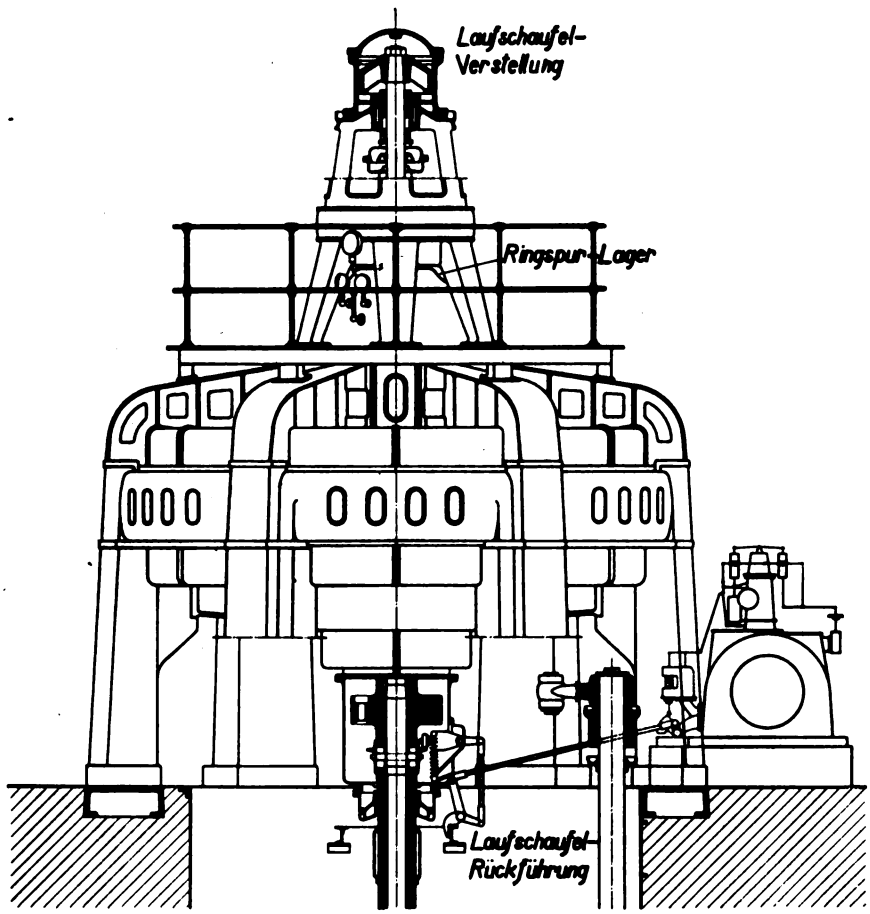


Abb. 14.

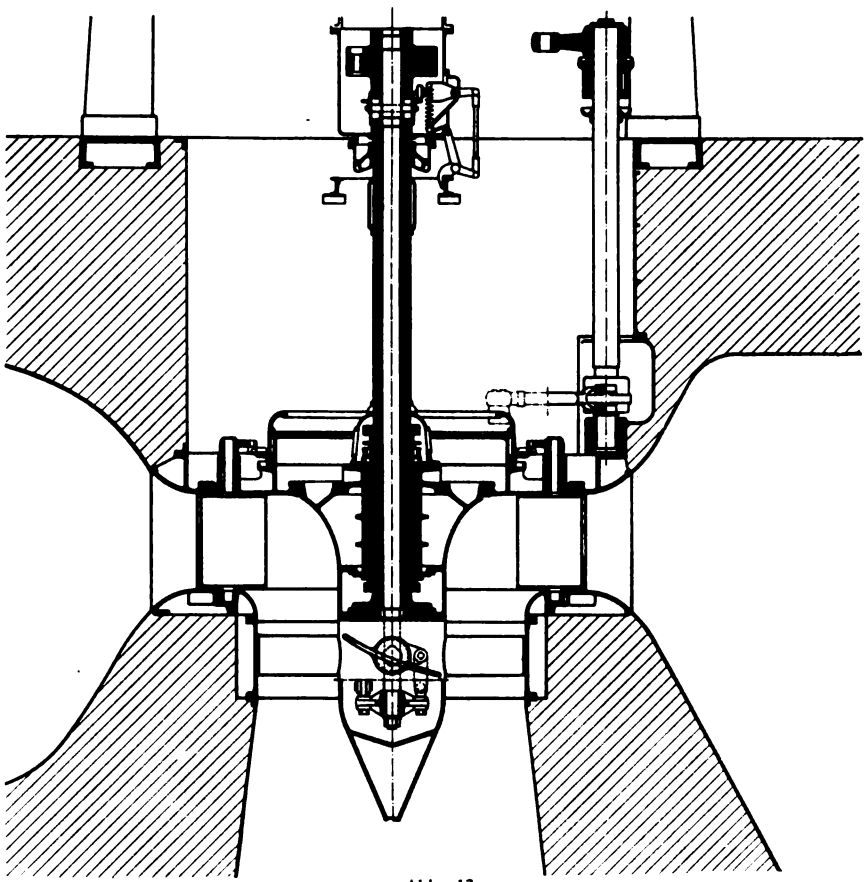


Abb. 13.

Abb. 13 und 14. Schnitt durch eine vertikale Kaplanturbine.

getriebe, die in einem Gehäuse öldicht gekapselt sind und bei welchen der Zahneingriff durch eine kleine Oelumlaufzahnradpumpe ständig geschmiert wird, mit Erfolg angewendet. Diese Getriebe laufen im Gegensatz zu den erwähnten Holzeisengetrieben praktisch geräuschlos. Die Zähne der Räder sind dabei entweder mit geraden oder, und dies ist die Mehrzahl, mit spiralgefrästen Zahnflanken ausgestattet. Abb. 8 zeigt das Getriebe in Ansicht, während Abbildung 9 die gesamte Kaplan-Turbinen-Gruppe darstellt.

Bei größeren Leistungen lassen sich die erwähnten Präzisionskegelradgetriebe nicht mehr verwenden, weil die zum Schneiden der Zähne der dann erforderlichen Räder mit größeren Abmessungen notwendigen Spezial-Maschinen gegenwärtig auf dem europäischen Kontinent nicht zur Verfügung stehen und zum zweiten, weil man bei großen Leistungen in das Gebiet kommt, in welchem die Präzisionsübersetzungsgetriebe mit Stirnrädern mit sehr hohem Uebersetzungsverhältnis vorteilhafter verwendet werden können. Der ebenfalls vertikal angeordnete Stromerzeuger kann dann bei hoher Drehzahl mit kleinen Abmessungen entsprechend billig ausgeführt werden. Ein Beispiel für eine Kaplanturbinengruppe, in welcher der Antrieb des Generators mittels eines Präzisionsstirnradgetriebes erfolgt, gibt Abb. 10. Es ist dies ein Schnitt durch die Anlage Munderkingen der Oberschwäbischen Elektrizitätswerke Biberach. Die Konstruktionsdaten dieser Turbine sind: $H = 2{,}33$ m; $Q = 25300$ l/sec; $N = 629$ PS; $n = 83{,}3$ U/min.

Für kleine und mittlere Leistungen erfolgt die Verstellung der Laufradschaufeln von Hand oder automatisch in der Weise, daß von einem zum Besipiel auf Maschinenhausflur montierten Oeldruckzylinder oder Handregulierständer die Verstellbewegung durch einen als zweiseitiges Kugellager ausgebildeten Verstellkopf auf die mit der Welle rotierende Verstellstange übertragen wird. Eine solche Turbine zeigt die Abbildung 11, aus der zu ersehen ist, wie von der Handregulierung für den Leitapparat gleichzeitig die Einstellung der Laufradschaufeln übernommen und durch den Verstellkopf auf die Laufradnabe übertragen wird.

Für große Leistungen ist direkte Kupplung mit dem Stromerzeuger die Regel. Eine Ausführung dieser Art zeigt Abb. 12. Es handelt sich hierbei um eine Turbine, die bei einem Gefälle von 4,72 m, einer Wassermenge von 20000 l/sec und einer Drehzahl von 150 in der Minute 1020 PS leistet und neben einer zweiten von kleinerer Leistung im Kraftwerk Waldenburg der Sächsischen Werke Dresden Aufstellung gefunden hat. Bei dieser Ausführung

Digitized by Google

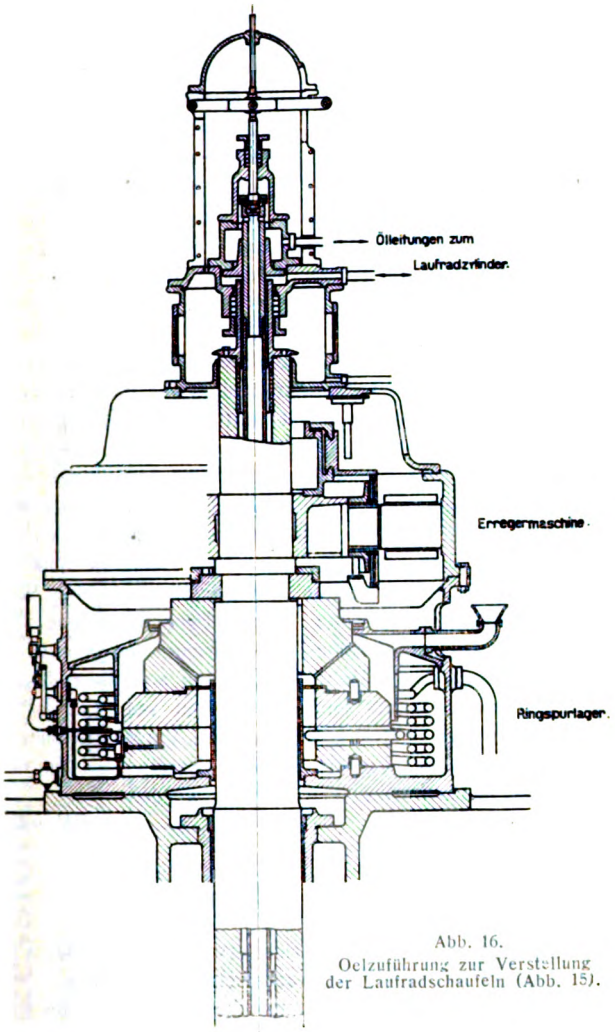


Abb. 16.
Oelzuführung zur Verstellung der Laufradschaufeln (Abb. 15).

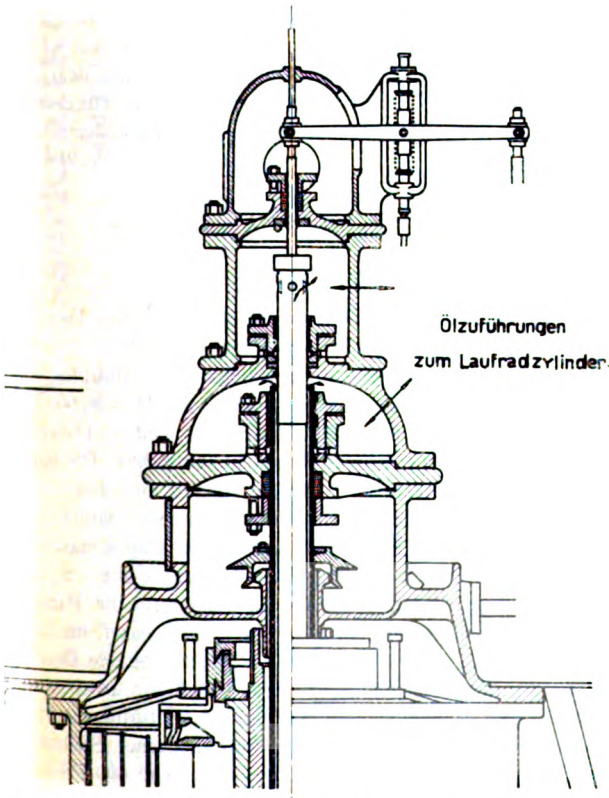


Abb. 17 Oelzuführung zum Laufrad-Zylinder einer Kaplanturbine mit stehender Welle.

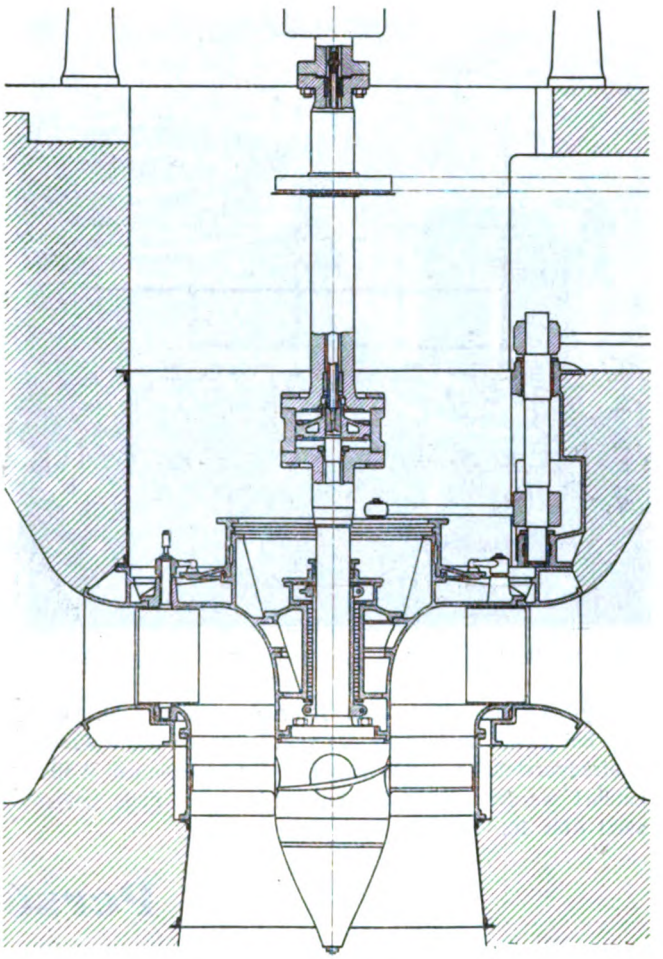


Abb. 15. Vertikale Kaplanturbine, Laufrad mit Laufrad-Verstellung.

erfolgt die Verstellung der Laufradschaufeln mittels einer zwischen Generator und Turbine angeordneten Verstellmuffe. Durch diese Muffe, die als zweiseitiges Spurlager ausgebildet ist, wird die Bewegung des auf dem Maschinenhausflur befindlichen Laufradöldruckzylinders auf die mit der Welle rotierende Verstellstange der Laufradschaufeln übertragen.

Bei dem nächsten Beispiel, Abb. 13 und 14, einer Turbine mit den nachstehenden Konstruktionsdaten:

$H = 8{,}5$ m; $Q = 20\,000$ l/sec; $N = 1880$ PS; $n = 214$

— 2 Turbinen dieser Größe wurden für die Direktion der Städt. Straßenbahnen und Elektrizitätswerke Ulm a. D. geliefert — ist der Oeldruckzylinder zur Verstellung der Laufradschaufeln unmittelbar über dem Erreger des Generators angeordnet und der auf der Verstellstange angeordnete Kolben rotiert in dem ruhenden Zylinder. Diese Konstruktion hat sich im Betrieb durchaus bewährt. Obwohl zwischen Kolben und Zylinderwand genügend Spielraum vorhanden ist, so daß ein metallisches Berühren der Laufflächen nicht stattfindet, ist der Oelverlust ein außerordentlich geringer. Der Vorteil dieser Anordnung liegt in der unmittelbaren Verbindung des Oeldruckzylinders mit der Verstellstange unter Fortfall von Hebeln und Gelenken und unter Fortfall eines besonderen Spurlagers, wie es bei der Muffenkonstruktion erforderlich ist.

Von dieser Ausführung bis zu der in der Abb. 15 dargestellten Laufradverstellung ist nur ein kleiner Schritt. Diese Turbine ist für folgende Daten konstruiert:

$H = 8{,}2$ m; $Q = 35\,000$ l/sec; $N = 3120$ PS; $n = 167$ und für das Kraftwerk Ladenburg der Neckar A.-G. Stuttgart bestimmt. Hierbei ist der Servomotor zwischen die Kuppelflanschen der Turbinen- und Generatorwelle geschaltet, der Verstellkolben

Digitized by Google

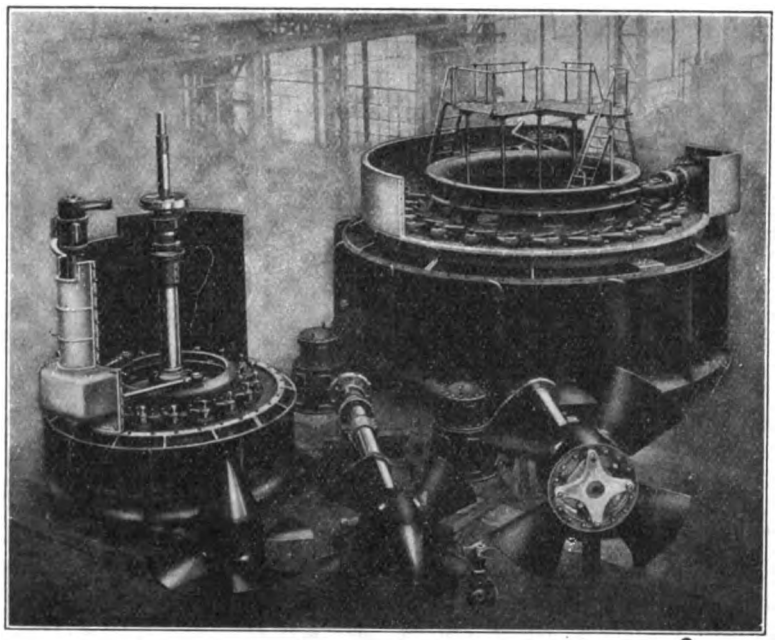


Abb. 18. Werkstattaufnahme einer großen Kaplan- und Propellerturbine.

bewegt sich also relativ zum Oeldruckzylinder nicht. Dagegen muß bei dieser Ausführung das zum Bewegen des Kolbens der Laufradverstellung nötige Drucköl der rotierenden Welle zugeführt werden. Wie dies im vorliegenden Falle gelöst ist, zeigt Abb. 16.

Eine andere Konstruktion dieser Oelzuführung ist in der nächsten Abbildung 17 dargestellt Hierbei ist darauf verzichtet, die Bohrung der Generatorwelle selbst als eine der zwei benötigten Oelzuleitungskanäle zu benützen, sondern innerhalb der Generatorwelle sind zwei konzentrische Rohre eingebaut, wobei der von dem äußeren und inneren Rohr gebildete Ringraum und der Innenraum des inneren Rohres abwechslungsweise als Oelzuführung bzw. Rückführung dienen können. Der Vorteil dieser zweiten Ausführung liegt darin, daß ein eventuelles Schlagen des freien Endes der Generatorwelle die Stopfbüchsen nicht beeinflußt. Als Vorzug der Anordnung des Oeldruckzylinders für die Laufradverstellung zwischen Generator- und Turbinenwelle kann angeführt werden, daß der zum Verstellen nötige Druck das über dem Generator angeordnete Spurlager nicht belastet, da die Verstellkräfte innerhalb der Welle selbst aufgenommen werden. Die Anordnung gestattet daher ein kleineres Spurlager.

Die Abb. 18 zeigt zum Schluß noch eine Werkstattaufnahme einer großen Propellerturbine neben einer Kaplanturbine. — Während der vorstehende Aufsatz einen Ueberblick geben soll über die verschiedenen Ausführungs- und Einbauarten von Kaplan- und Propeller-Turbinen, soll in einer späteren Veröffentlichung auf einzelne neuzeitliche, bemerkenswerte Kraftwerke mit Turbinen dieser Bauart näher eingegangen werden.

(W. 909.)

Persönliches.

Anläßlich der akademischen Jahresfeier der Technischen Hochschule München hat Rektor und Senat einstimmig zu

Dr.-Ing. ehrenhalber

der Technischen Hochschule München ernannt:

den bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Held,
den Minister a. D. Dr. Matt,
den Minister Dr. Krausneck,

in dankbarer Würdigung der Verdienste, die sie sich um wissenschaftliche Forschung und Unterricht erworben haben durch rege Förderung der Neubauten der Technischen Hochschule.

Bei dieser Gelegenheit fand auch die Einweihung des neuen Flügels statt, der insbesondere dem physikalischen Institut dient und neben vielen anderen Räumen einen Hörsaal mit 900 Sitzplätzen faßt.

Der zweite Flügel für die Bauingenieurabteilung mit dem geplanten Laboratorium für Wasserbau ist im Rohbau fertiggestellt und soll dessen Inbetriebnahme mit möglichster Beschleunigung erfolgen. (W. 919.)

Rundschau

Allgemeines.

Industrie und Presse.

Auf den 14. Dezember 1926 hatte die Firma J. M. Voith, Heidenheim, die Vertreter der Presse zu einer Besichtigung der Werksanlagen in Heidenheim nebst der Versuchsstation Brunnenmühle sowie der gerade in Montage befindlichen bemerkenswerten großen Turbinen geladen. Der Einladung waren 15 Vertreter führender Tageszeitungen sowie die Schriftleitung dieser Zeitschrift gefolgt. Von den im Bau befindlichen großen Objekten mußten besonders ein im Zusammenbau befindliches Spiralgehäuse für die Shannon-Kraftanlage (H = 29 — 30,7 m; Q = 100 m³/sec; N = 40 000 PS; n = 150), welche mit einer Einheitsleistung von N_1 = 204—256 PS (nach den Cedars-Rapids-Turbinen) die zweitgrößte Turbine der Welt und überhaupt die größte in eine Blechspirale eingebaute Turbine ist,[1]) ferner ein Kachletlaufrad von 4,50 m Durchmesser, eine Doppelspiralturbine für Peru (H = 78 m; N = 10 650 PS; n = 600) und eine fertig zusammengebaute Zwillingsfreistrahlturbine für das Norekraftwerk des norwegischen Staates mit N = 36 600 PS unter H = 354 m bei n = 300 Beachtung finden. Daneben standen noch horizontale Kaplan-Turbinen, eine 2200 PS horizontale Francis-Zwillingsturbine für die Anlage Gersthofen der Lechwerke usw. im Bau. Weiter konnte neben zahlreichen anderen Maschinen zur Papierfabrikation eine Papiermaschine mit 4100 mm Siebbreite für feineres Papier, weiter Stetig-Schleifer und eine Anzahl von Trockenzylindern für Papiermaschinen von 6 m Länge und 1,8 m Durchmesser im Bau bzw. beim Schleifen gesehen werden. Auf die gründliche Durchwanderung des mit einer Belegschaft von 3000 Mann arbeitenden Werkes mit einer eigenen Kraftanlage (ein Dampfturbogenerator von 1000 kVA für Gegendruckbetrieb mit moderner Steilrohrkesselanlage, zwei Dieselmotoren-Aggregate von je 400 PS und Ueberlandanschluß) vereinigte ein gemeinsames Abendessen die

[1]) Diagonaldurchmesser der Blechspirale 19 m bei 4,80 m Einlaufweite, vgl. S. 6 dieses Heftes.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 9 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Septbr. 1926 – 30. Novbr. 1926.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
110	**Amper** Ortsgebiet Olching	Donau, Isar	Untere Holzstofffabrik Olching	Bez.-A. Fürstenfeldbruck Reg.-Bez. Oberbayern	München-Dachauer Papierfabriken A.-G. München	22,00	4,20	970	855	Laufwerk 3 Francisturbinen	Papierfabrik	Umbau Auswechslung zweier alter Jonvalturbinen gegen Francisturbinen mit gleichem Schluckvermögen und Einbau einer selbsttätigen Stauklappe im Oberwasser an Stelle der Leerlaufschütze. Bisherige Leistung $\frac{924\ PS_a}{757\ PS_m}$
111	**Amper** Marktgebiet Dachau	Donau, Isar	Obere Papierfabrik Dachau	Bez.-A. Dachau Reg.-Bez. Oberbayern	München-Dachauer Papierfabriken A.-G. München	11,0 2,4	1.16 2,90	135 74	135 74	Laufwerk 2 Einradturbinen mit stehender Welle	Papierfabrik	Neubau Bereits begonnen In Wegfall kommt die 20 m oberhalb gelegene alte Anlage mit $\frac{190\ PS_a}{190\ PS_m}$
112	**Pfettrach** Ortsgebiet Altdorf	Donau, Isar	Rothmühle in Altdorf	Bez.-A. Landshut Reg.-Bez. Niederbayern	Michael Schranner in Altdorf	0,335	1 80	7	5	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle	Umbau
113	**Prienbach** Von Prienbach bis zur Staatsstraßenbrücke in Mühlau	Donau, Inn	Triebwerk in Mühlau	Bez.-A. Pfarrkirchen Reg.-Bez. Niederbayern	Josef Roiter in Mühlau	0,12 0,12	5,5 3,5	7 4	5 3	Laufwerk 2 oberschlächtige Wasserräder	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau
114	**Grasenseebach** Zwischen Hundsdorf und Hundsberg	Donau, Inn, Rott	Triebwerk in Haberzag.	Bez.-A. Pfarrkirchen Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Lechl in Haberzagl, Gem. Wallburgskirchen	0,362	5.8	22	15	Laufwerk 2 Turbinen	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Bereits im Gange Auswechslung zweier Wasserräder gegen Turbinen u. Gefällserhöhung
115	**Rimbach** Etwa 1,300 bis 1,600 km oberhalb der Mündung	Donau, Regen, Weißer Regen	Triebwerk bei Offersdorf	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Wolfgang Gmach in Offersdorf	0,074	12.00	9	7	Laufwerk 1 Francisspiralturbine	Eigenversorgung	Umbau bereits im Gang Auswechslung eines oberschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{4\ PS_a}{2\ PS_m}$
116	**Oberer Haselbach** Bei der Ortschaft Warzenried	Donau, Regen, Chamb, Freybach	Triebwerk bei Warzenried	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Eiserreich und Genossen	0 097	6,94	7	6	Laufwerk Francisradturbine mit liegender Welle	Eigenversorgung	Neubau

(W 903).

(Fortsetzung nächstes Heft.)

Digitized by Google

Anwesenden mit den Herren Voith und den führenden Ingenieuren, und in Rede und Gegenrede kam zum Ausdruck, wie wünschenswert eine engere Verbindung zwischen Presse und Industrie für die rechtzeitige und richtige Unterrichtung der Allgemeinheit über die Bedeutung und die Leistungen unserer deutschen Industrie sei. Die Tagespresse wird diese vornehme Aufgabe gerne erfüllen, wenn ihr das nötige Material zur Verfügung steht. Daß die Tagespresse nicht selten aus dem Auslande Nachrichten über die Erfolge unserer Industrie erhalte, sei ein ungesunder und letzten Endes die Wirtschaft selbst und das Ansehen der deutschen Industrie schädigender Zustand.

Auch auf unserem Gebiet wird die Tagespresse durch wichtige und gewissenhafte Information der Allgemeinheit zum zielbewußten und wirtschaftlichsten Ausbau unseres Wasserkraftschatzes vieles beitragen können. (W. 915.)

Wasserkraftanlagen.

Der Ausbau der Oberrheinstrecke Basel-Bodensee.

Ueber einige Pläne für die schon erwähnten[1]) Großkraftwerke am Rhein berichtet die „Schweizerische Bauzeitung"[2]) an Hand der Lagepläne. Den Stromabschnitt Basel—Eglisau hatte vereinbarungsgemäß die badische Wasser- und Straßenbaudirektion zu projektieren. Der folgende Abschnitt bis Schaffhausen fiel dem nordostschweizerischen Schiffahrtsverband zu und die Bodenseeregulierung dem eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft.

Das Kraftwerk Schwörstadt ist ein reines Stauwerk mit in der Verlängerung des Stauwehres am Flußbett liegenden Krafthaus, letzteres auf der badischen Seite, ersteres nebst dem Raum für die zukünftige Großschiffahrtsschleuse auf der Schweizer Seite. Dabei ist die Anordnung so getroffen, daß die Schleuse samt Ober- und Unterkanal vollständig auf dem Land liegt, also unabhängig von der Stauanlage später erstellt werden kann. Die Betriebswassermenge bis zu 1000 m³/sec bei einem Gefälle zwischen 11,8 und 8,5 m 80000—40000 PS) soll entweder in sechs vertikalen Propellerturbinen mit je 170 m³/sec Wasserdurchlaß oder in vier horizontalen Propellerdoppelturbinen von je 250 m³/sec Durchlaß verarbeitet werden; die letztere Variante sieht den Einbau des Generators zwischen zwei Hälften jedes Turbinensatzes vor. Die Jahresarbeit berechnet sich zu 550 Millionen kWh.

Die ersteren Einradturbinen würden also die Lilla Edet-Turbinen[3]) an Schluckfähigkeit noch übertreffen. — Das Stauwehr erhält eine Gesamtdurchflußbreite von 96 m bei 12 m Schützenhöhe und wird in der am Rhein bewährten Weise als Schützenwehr ausgeführt. Die Zahl der Oeffnungen, ob 6, 5 oder 4, steht noch nicht fest. Ein schräg liegender Rechen schließt das rund 240 m lange Einlaufbauwerk vom Strom ab. Interessant ist die Anordnung der Hochspannungsschaltanlage: auf jedem Ufer des Rheins ist stromabwärts je eine Freiluftschaltanlage vorgesehen, welche beide Schaltanlagenhälften eine als Sammelschiene über den Rhein gespannte Freileitung verbindet. Von drei Maschineneinheiten, welche aus Generator und daneben aufgestellten Transformator bestehen, führen Freileitungen zu der rechtsufrigen Schaltanlage, von den anderen drei Einheiten zur linksufrigen Schaltanlage. Gründer der Gesellschaft werden außer den Konzessionsinhabern, der Motor-Kolumbus A.G. in Baden und der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A.G. die nordwestschweizerischen Kraftwerke und das Badenwerk sein. Die Gesellschaft wird schweizerisch sein mit dem Sitz im Kanton Aargau.

Das Kraftwerk Dogern ist nach dem Konzessionsprojekt von Escher, Wyß & Cie., zusammen mit Ing. Gruner, Basel,

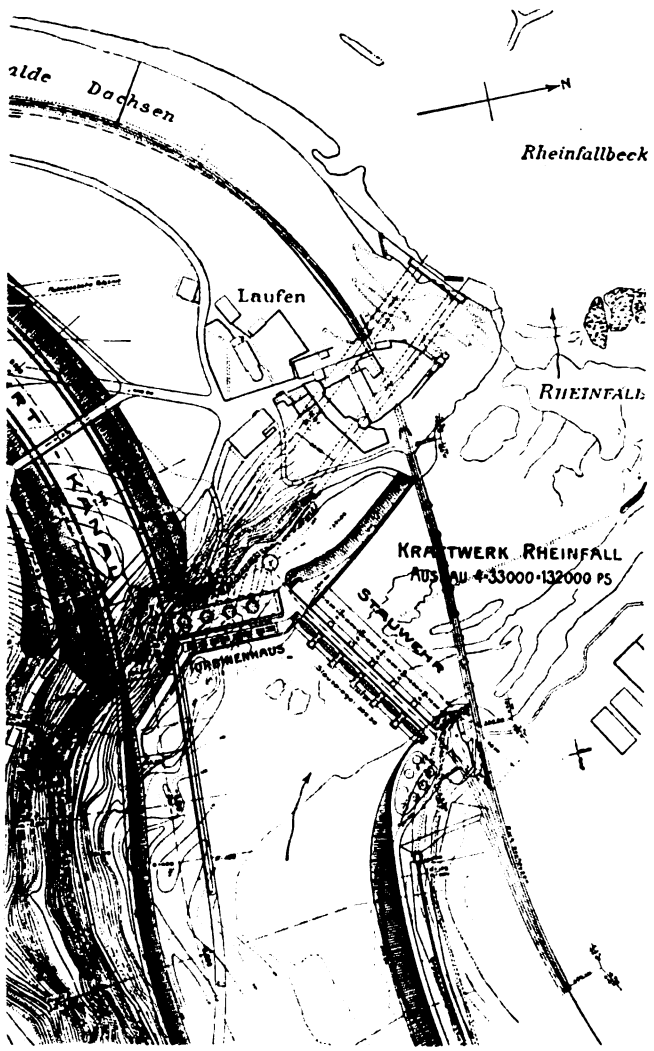


Abb. 1. Lageplan des projektierten Rheinfall-Kraftwerkes (links der Umgehungskanal für die Schiffahrt.)

als Anlage mit Werkkanal zur Ausnützung der 12,3 km langen Flußstrecke vom Stauende des Kraftwerkes Laufenburg bis zur Aaremündung geplant. Die maximale in den Seitenkanal rechts des Rheins abzuführende Wasermenge beträgt 750 m/sec, wobei sich für das Kraftwerk bei einem Gefälle von 11,4—6,7 m eine installierte Leistung von 80 000 PS und eine Jahresarbeit von 400 Millionen kWh ergibt, wovon 46% Anteil auf Deutschland und der Rest auf die Schweiz fallen. Das Wehr ist mit sieben Oeffnungen von je 20 m Durchflußweite bei 10 m Höhe vorgesehen. Die Schiffahrtsschleuse auf dem schweizerischen Ufer kann später bei Bedarf zugefügt werden. Das Kraftwerk soll fünf Propellerturbinen für je 150 m³/sec aufnehmen.

Für das Kraftwerk Rheinfelden sieht der vorliegende Entwurf das vollständige Verschwinden des bisherigen Wehres und der Kraftanlage vor. Das neue Schützenwehr mit sechs Oeffnungen von je 17,5 m Weite im Fluß auf dem schweizerischen Ufer besitzt rund 10 m Höhe. Eine zirka 270 m lange als Ueberlauf ausgebildete Mauer leitet durch eine Tauchwand zu dem schräg gegen das Flußbett liegenden Maschinenhaus über, weiter landeinwärts, durch eine Leitwand vom Krafthausvorbecken getrennt, liegt der Oberkanal zur Schleuse, so daß die Schiffahrt von allen Strömungen im Vorbecken frei bleibt. Das Krafthaus ist zur Aufnahme von zwölf Vertikalturbinen für zusammen 1000 m³/sec Wasser bei 7,5 m Gefälle entworfen.

[1]) Diese Zeitschrift 1926, Heft 11, Seite 128.
[2]) Schweizerische Bauzeitung 1926, Band 88, Heft 1, Seite 12.
[3]) Siehe „Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26", S. 318.

Digitized by Google

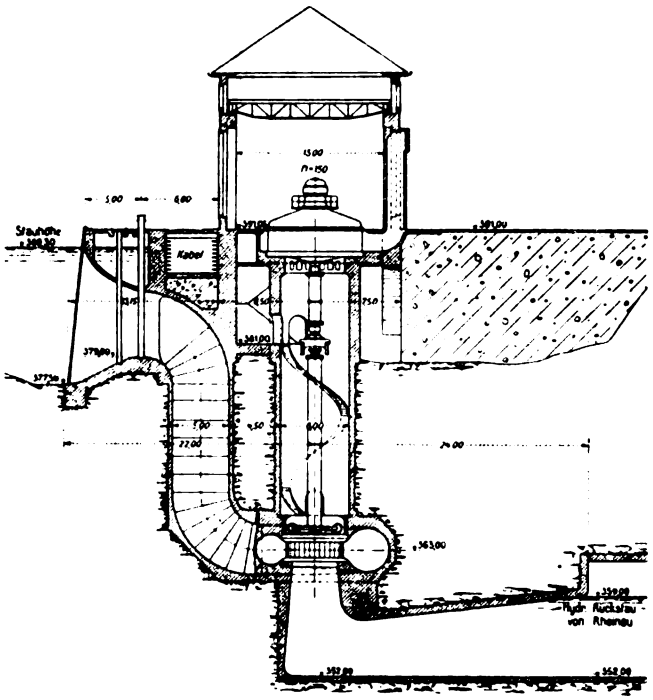


Abb. 2. Rheinfall-Projekt, Kraftwerk.

Von Interesse ist die Rheinfallstufe selbst zur Ausnutzung des Gefälles des Rheinfalles für 400 m³/sec. Das Kraftwerk soll oberhalb des Rheinfalles (Abb. 1) auf festem Fels fundiert werden und 4 vertikale Schachtturbinen für ein Gefälle von 30 m bei einer Wassermenge von 100m³/sec entsprechend je 33 000 PS nach Abb. 2 erhalten. Das Unterwasser wird unterirdisch dem Rheinfallbecken zugeführt. Die Jahresarbeit des Rheinfallkraftwerkes ist zu 600 Millionen kWh veranschlagt.

Das letztere Projekt wirbelt, wie fast selbstverständlich, viel Staub auf wegen der Benachteiligung landschaftlicher Schönheiten durch Wasserentzug vom Rheinfall weg. Es ist aber mit großer Berechtigung schon von anderer Seite darauf hingewiesen worden,[4]) daß der Rheinfall gerade bei großer Wassermenge bei weitem nicht das überwältigende Bild bietet, das die durch die Felsklippen zerteilten Einzelfälle darstellen. Man wird wohl erwarten dürfen, daß beim Ausbau dieser Stufe weder die rücksichtslose Kraftausbeute noch aber auch allzugroßer Idealismus die Oberhand gewinnen und daß es möglich sein wird, ein Kompromiß zu erreichen, welches die Schönheit des Rheinfalles weder vollständig vernichtet noch auch die wirtschaftlich berechtigte möglichst vollkommene Ausnutzung dieser Kraftquelle unterbindet oder in ihrer Wirtschaftlichkeit schädigt.

Dr. Krucker führt a. a. O. aus, daß der Rheinfall in gewissen Zeiten des Jahres, insbesondere bei Hochwasser (was durch ausgezeichnete Flugbilder belegt wird) einen Fremdenverkehr nicht aufkommen läßt, und daß im Winter seine Wassermengen ebenso unbeachtet wie nutzlos herabstürzen; gerade zu diesen Zeiten könne gegen eine Ausnutzung nichts eingewendet werden. Die konsequente Forderung des Naturschutzes auf völlige Unberührtheit würde „ein Schauspiel" zu geben bedeuten, „das sich über Monate vor geschlossenem und leerem Zuschauerraum abwickeln müßte". Der Verfasser ist der Meinung, daß die dauernde Belassung von 100 bis 150 m³/sec im Falle das landschaftliche Bild am schönsten ergibt, wie durch die erwähnten Vergleichsaufnahmen bewiesen wird. (W. 817.)

[4]) „Die Rheinquellen 1926", Heft 1, „Der Rheinfall in den Strombauplänen Basel-Bodensee".

Literatur

Zeitschriftenschau

siehe rückwärtiger Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Maschinenuntersuchungen. Ein Leitfaden für Unterricht und Praxis von Professor Dr.-Ing. Anton Staus. 1. Band: Hydraulik in ihren Anwendungen, 2. neubearbeitete Auflage. 196 S. mit 133 Abbildungen und 29 Zahlentafeln. Berlin 1926. Verlag Julius Springer. Preis geh. RM. 9.—, geb. RM. 10.50.

Das vorliegende Buch ist zwar hauptsächlich unter dem Gesichtspunkt entstanden, ein Leitfaden für die Untersuchungen im Maschinenlaboratorium der Württembergischen höheren Maschinenbauschule Eßlingen zu sein, die eingehende Darstellung der Versuchseinrichtungen, Meßmittel und Auswertungsverfahren macht es aber darüber hinaus zu einem Nachschlagebuch von allgemeiner Bedeutung. Besonders zu begrüßen ist in dieser Hinsicht die Erörterung der Grundlagen des Messens und die Kritik der Meßmittel und Meßverfahren. Um nur einiges aus dem Inhalt herauszugreifen, sind z. B. die Planimeter, die Bremszäume, die verschiedenen Ueberfallarten bis zu den neuesten Kombinationen dargestellt. Den Beschluß bilden zusammenhängende Darstellungen von Wirkungsgradermittlungen an Turbinen und Pumpen, sowie Rohrleitungsversuche. Bei der Darstellung der Bremsen vermißt man neben den ausführlich dargestellten Wasserbremsen die Bremsdynamos (besonders Pendelmaschinen) und ein näheres Eingehen auf die elektrische Bremsung mit den Betriebsmaschinen.

Das vorliegende Buch in der kurzen, aber klaren Darstellungsweise des Verfassers, die wir schon aus anderen, hier besprochenen Schriften kennen, ist jedem mit Maschinenuntersuchungen Befaßten als wertvoller Ratgeber und Behelf zu empfehlen.

(W. 896.) Ing. C. Reindl.

Eingegangene Bücher.

Fortschritte der Abwasserreinigung. Von Dr.-Ing. K. Imhof. 136 Seiten mit 98 Abb. 2. Auflage. — Berlin 1926, C. Heymanns Verlag. — Preis geb. M. 5.—.

Din-Normblattverzeichnis, Stand Herbst 1926. 206 Seiten. Berlin 1926, Beuth-Verlag. — Preis M. 1.50 (im Abonnement M. 1.20).

Zur notwendigen planmäßigen Verfolgung der deutschen Normungsarbeiten, einer der Faktoren zur Rationalisierung unserer Wirtschaft, ist das Verzeichnis mit seiner erläuternden Einführung in die deutsche Normung unerläßlich.

Vierstellige Tafeln zum logarithmischen und natürlichen Rechnen. Graphische Rechentafeln. Zusammengestellt von Dr. Ph. Lötzbeyer. Ausgabe B mit Anhang „Mathematische Formeln". 2. Auflage, 32 Seiten und 8 Seiten Formelanhang. — Leipzig 1926, B. G. Teubner. — Preis kart. M. 1.80.

(Enthält u. a.: Logarithmentafeln, Abschnitte über den Rechenschieber und Potenzskalen, Zahlenwerte für das praktische Rechnen, die besonders die Lösung aller einfachen trigonometrischen Aufgaben ohne Logarithmen gestatten, Tafeln zur Zinseszinsrechnung und zur mathematischen Geographie, physikalische Größen, Maße und Gewichte, Währungen, Nomographie. Die Tafeln sind ein praktisches Hilfsmittel für den Arbeitstisch.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegt ein Prospekt der Firma JULIUS SPRINGER, BERLIN bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berl n W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer. Regierungsbaurat F. Lippert.

Entstehung: Der Verband führt seit dem 20. Mai 1920 diesen Namen. Er ist entstanden durch Zusammenschluß des im Jahre 1893 von der westdeutschen Industrie unter Führung des Herrn von Schenck-Arnsberg gegründeten „Wasserwirtschaftlichen Verbandes" und des am 18. November 1918 in Berlin gegründeten „Deutschen Wasserkraftverbandes".

Dem engeren **Vorstand** gehören ferner an:

E. Block, Geh. Baurat, Direktor der Elektrowerke Berlin.
Grantz, Geh. Regierungsrat, Professor, Berlin.
Dr. Hegeler, Generaldirektor des Wasserwerks für das nördl.-westfäl. Kohlrevier, Gelsenkirchen.
H. Heiser, Reg.- und Baurat a. D., ord. Prof. für Wasserbau an der Technischen Hochschule Dresden.
P. Krainer, ord. Prof. für Schiffsdampfmaschinen u. Dampfturbinen an der Technischen Hochschule Charlottenburg.
Peltzer, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Berlin.
Selbach, Beigeordneter a. D., Direktor des Ruhrtalsperrenvereins, Essen.

Weitere Organe des Verbandes sind der Gesamtausschuß und die für die Behandlung von Sonderfragen gebildeten Fachausschüsse für Wasserwirtschaft, Wasserkraft, Wasserrecht, Wasserbau und Elektrotechnik.

Zweck des Verbandes ist die Förderung der gesamten deutschen Wasserwirtschaft in allen ihren Zweigen, insbesondere auch was den Ausbau und die Ausnützung der Wasserkräfte angeht. Auskunftserteilung in allen technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Fragen der Wasserwirtschaft, Beratung, Schlichtungsstelle, Belehrung und Beeinflussung der öffentlichen Meinung, Abhalten von Versammlungen, Herausgabe von Druckschriften, Einwirkung auf die Presse, Mitwirkung bei der Gesetzgebung, Prüfung von Anträgen, Nachweis von Wasserkräften usw. **Satzungen und Werbematerial kostenlos.**

Anmeldungen zum Beitritt sind an die Geschäftsstelle zu richten. Der Beitrag ist satzungsgemäß der Selbsteinschätzung anheimgestellt; jedoch werden Mindestsätze jeweils von der Hauptversammlung festgesetzt; sie betragen zurzeit für persönliche Mitglieder jährlich RM. 16.—, für Firmen usw. RM. 48.—. Die Mitglieder des D. W. W. V., beziehen die „Wasserkraft u. Wasserwirtschaft" als Verbandszeitschrift kostenlos.

Vortragsabend.

Der Vortragsabend des DWWV. am 2. Dezember 1926 in Berlin, auf dem Oberingenieur Reichard, Berlin, die ersten näheren Angaben in der Oeffentlichkeit über die von den Siemens-Schuckert-Werken zu errichtende gewaltige Wasserkraftanlage am Shannon machte, die ganz Irland mit Strom versorgen wird, fand lebhaften Zuspruch und war von nahezu 300 Personen besucht. Anschließend an den Vortrag fand eine längere Aussprache über die allgemeine Frage der Wirtschaftlichkeit des Ausbaus von Wasserkräften statt. Von Professor Mattern, Berlin, wurden Wege gezeigt, die geeignet erscheinen, den Ausbau der Wasserkräfte zu verbilligen; im übrigen wurde darauf hingewiesen, daß in Deutschland noch gewaltige Wasserkräfte brachliegen, wie zum Beispiel am Inn, die ohne weiteres den Wettbewerb mit der Wärmekraft aufnehmen können. Einmütig wurde von allen Rednern die Ueberzeugung zum Ausdruck gebracht, daß die Wasserkraft auch in Zukunft ihre volle wirtschaftliche Berechtigung neben den Wärmekraftwerken behaupten wird.

Der Abend schloß mit einem festlichen Abendessen im „Rheingold", zu dem sich nahezu 100 Teilnehmer eingefunden hatten.

Der Vortrag über „Die Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands" ist vorstehend abgedruckt, die Ausführungen der Diskussionsredner Professor Mattern (Berlin), Ing. C. Reindl (München), Ministerialrat Krieger (München), Direktor Henftling (München) und Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Reichel (Berlin) werden in Heft 2 dieser unserer Verbandzeitschrift veröffentlicht werden.

(W. 917.) Die Geschäftsführung.

Zum Fristablauf im Thüringer Wasserrecht.

In dem am 26. November 1926 herausgegebenen Gesetzsammlungsblatt für Thüringen ist eine Verordnung des Thüringischen Ministeriums für Inneres und Wirtschaft, Abteilung Wirtschaft, vom 27. Oktober 1926 erschienen, nach der auf Grund des § 3, Absatz 2, Satz 2, des Thüringischen Notgesetzes vom 20. Dezember 1923 über die Nutzung fließender Gewässer die Frist zur Anmeldung und zum Nachweis von Wassernutzungsrechten zunächst bis zum 31. Dezember 1930 verlängert ist. (W. 910.)

Die Erhebung von Wasserzins.

Als Mitteilung 17 ist soeben erschienen „Die Erhebung von Wasserzins" nach dem preußischen Wassergesetz, von Wirkl. Geh. Oberregierungsrat W. Kisker, Berlin, Senatspräsident a. D.

Die Erhebung von Wasserzins an den preußischen Wasserläufen erster Ordnung, die inzwischen, soweit sie dem allgemeinen Verkehr dienen, auf Grund des Art. 97 der Weimarer Verfassung auf das Reich übergegangen sind, bietet vielfach noch die Quelle ständiger Schwierigkeiten. Einerseits glaubt man, dem präzisen Wortlaute des kurzen § 54 WG. entnehmen zu dürfen, die Erhebung von Wasserzins komme überhaupt nicht mehr in Frage, während anderseits die Behörden, als Vertreter des Eigentümers, des Reiches oder des Staates, mancherorts bei der Erhebung von Wasserzinsansprüchen oft über das für das Unternehmen wirtschaftlich tragbare Maß hinausgehen.

Der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband glaubte daher, das Seine zur Klärung der vorliegenden keineswegs einfachen Fragen aus berufener Feder beitragen lassen zu müssen. (W. 918.) Die Geschäftsführung.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1065, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 2 — 15. JANUAR — 1927

Aus dem Inhalt: Wasserführung der Ruhr und Talsperrenersatz in ihren Beziehungen zur Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes. / Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926. / Aussprache über die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen. / Persönliches. / Rundschau: Wasserkraftkonzessionen in Bayern. Wasserkraftmaschinen. Wasserkraftanlagen. Abwasserreinigung / Buchbesprechungen / Verbandsmitteilungen des DWWV.

Wasserführung der Ruhr und Talsperrenersatz in ihren Beziehungen zur Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirks.

Von Dr.-Ing. Link, Baudirektor des Ruhrtalsperrenvereins in Essen.

Von den Aufgaben, die der Ruhrstrom zu erfüllen hat, ist heute die Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirks die wichtigste. Seit 1863 die Stadt Essen als erste ein Wasserwerk bei Steele errichtet hatte, sind in rascher Folge auch die anderen nördlich des Flusses gelegenen Städte und Gemeinden sowie die Industrie und der Bergbau zur Anlage von Wassergewinnungsanlagen an der Ruhr geschritten. Von größeren Städten sind folgende zu nennen: Mülheim—Ruhr, Oberhausen, Essen, Gelsenkirchen, Gladbeck, Bottrop, Buer, Bochum, Witten, Hagen, Barmen (zum Teil), Dortmund, Hörde, Unna, Hamm und Soest. Das Versorgungsgebiet umfaßt nicht nur das Ruhrgebiet selbst, sondern auch Teile des Wuppergebiets, das ganze dicht bevölkerte Emschertal, große Teile des Lippe- und sogar einen kleinen Teil des Emsgebietes (vgl. Abb. 1) mit zusammen etwa 4 Millionen Menschen.

Die Gewinnung des Wassers ist verhältnismäßig einfach. In

Entwicklung der Wasserentnahme und der Wasserentziehung aus der Ruhr in den Jahren 1897—1925.

Jahr	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Wasserentnahme in Millionen cbm	132,1	140,9	156,1	170,6	176,0	179,5	192,0	206,6	219,4	243,6	283,1	274,5	267,6	287,6	307,0
Wasserentziehung in cbm/sec	3,2	3.5	4,0	4,3	4,5	4,6	4,9	5,4	6,0	6,6	7,6	7,3	6,9	7,2	7,7

Jahr	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1824	1925	1926
Wasserentnahme in Millionen cbm	318,5	454,3	419,9	420,5	470,4	550,3	563,6	509,7	533,0	550,1	564,9	431,5	506,0	544,8	
Wasserentziehung in cbm/sec	8,1	8,4	8,1	8,1	9,1	10,6	11,0	10,1	10,5	10,8	10,6	8,0	9,1	9,5	

Bemerkung: In den Jahren 1897—1912 sind die infolge des Ruhrtalsperrengesetzes 1913 neu hinzugetretenen Genossen bei der Wasserentnahme nicht berücksichtigt, wohl aber bei der Entziehung.

Digitized by Google

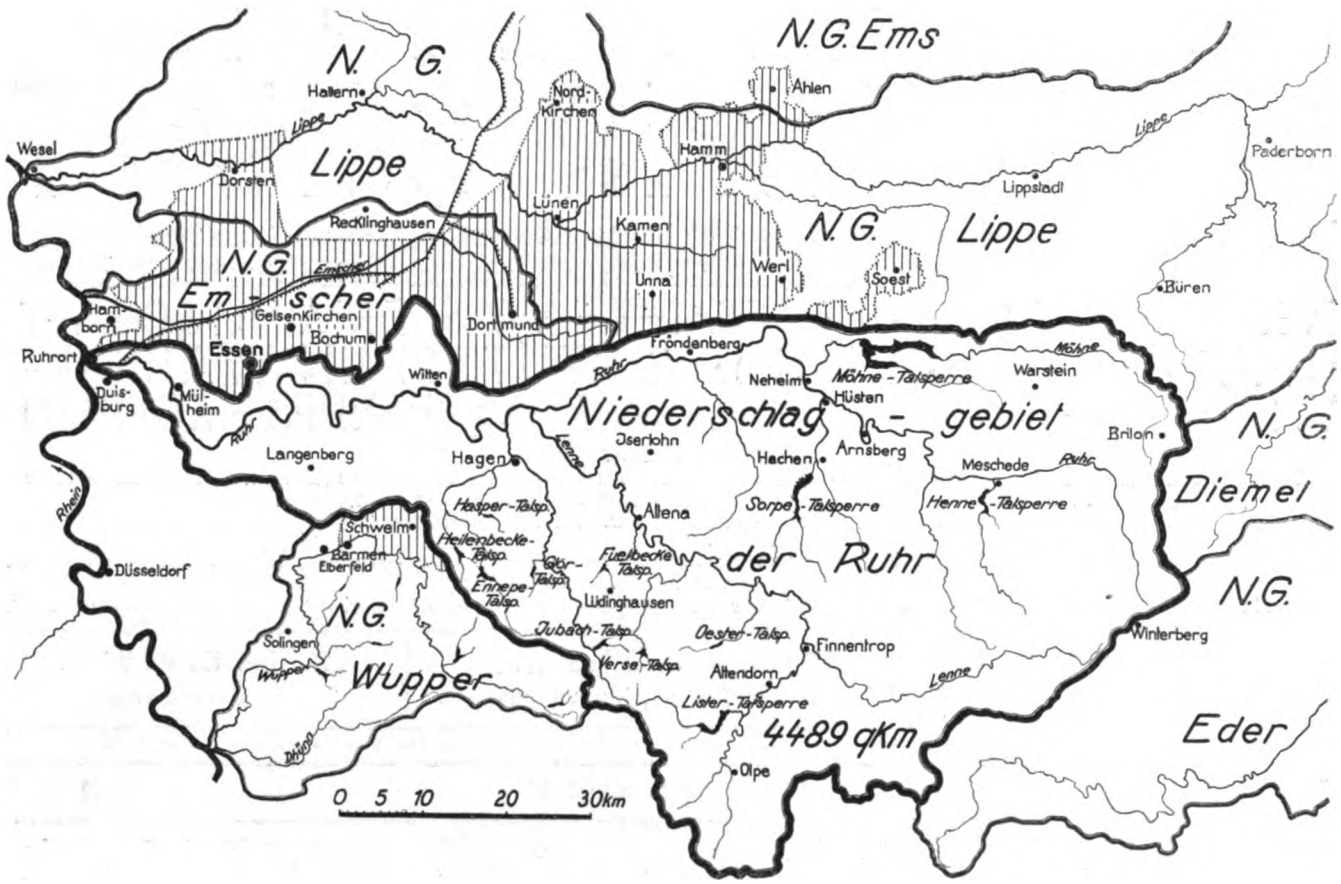


Abb. 1. Uebersichtsplan.

50 m Abstand vom Fluß werden Reihen von Brunnen oder Sickergalerien im Kiesbett des Tales angelegt, in denen sich zum kleinen Teil Grundwasser, zum weitaus größeren Teil natürlich filtriertes Flußwasser ansammelt. Als ein wichtiges Mittel zur Wassergewinnung dienen die sogen. Anreicherungsgräben, lange schmale Becken, die zur Filterung in der Sohle eine Sandschicht erhalten und von der Ruhr aus mit Wasser gespeist werden. Dies versickert durch das Filter in den Kies des Untergrundes und gelangt zu den in ebenfalls 50 m Abstand von den Becken angelegten Brunnen und Sickergalerien.

Die Entwicklung der Wasserentnahme bezüglich ihrer Menge ist in der Zahlentafel auf Seite 17 angegeben und in Abb. 2 zeichnerisch dargestellt. Danach entfiel die Höchstentnahme auf das Jahr 1918, wo die Förderung 564 Millionen cbm erreicht hat.

Man unterscheidet drei Arten der Wasserentnahme, die a), b) und c) genannt werden. Mit a) bezeichnet man das Wasser, das über die Wasserscheide hinaus in fremde Niederschlaggebiete gepumpt wird und der Ruhr dauernd verloren geht, mit b) diejenigen Mengen, die im Ruhrgebiet selbst verbraucht werden (Beispiel: Wasserwerk der Stadt Hagen). Von diesen Fördermengen wird angenommen, daß 50 v. H. als Abwasser in den Fluß zurückgelangen. Die dritte Klasse c) umfaßt das Gebrauchswasser der Industrie. Da es sich vornehmlich um Kühlwasser, insbesondere der großen Dampfturbinen-Elektrizitätswerke, handelt, ist der Verlust verhältnismäßig gering; er wird zu 3 v. H. der entnommenen Wassermenge angenommen.

Der Anteil der drei Klassen a), b) und c) an der Gesamtentnahme ist im Laufe der Jahre nicht gleich geblieben, am meisten hat sich die Kühlwassermenge durch die erwähnten Dampfturbinenwerke vermehrt. Eine Gegenüberstellung der Zahlen von 1897, 1911 und 1925 ergibt folgendes Bild:

	Klasse a Mill. cbm	Klasse b) Mill. cbm	Klasse c) Mill. cbm	Zusammen Mill. cbm
1897	90,1	21,7	22,9	134,7
oder in v. H. der Gesamtentnahme	66,9	16,1	17,0	1 0
1911	222,0	45,2	48,1	315,3
oder in v. H. der Gesamtentnahme	70,4	14,3	15,3	100
1925	260,2	67,3	217,6	545,1
oder in v. H. der Gesamtentnahme	47,8	12,3	39,9	100

Aus dem Verhältnis der drei Klassen a), b) und c) an der Gesamtentnahme errechnet sich die für das Ruhrgebiet wichtige Zahl der sekundlichen Wasserentziehung, die in der Zahlentafel und in der zeichnerischen Darstellung für die einzelnen Jahre ebenfalls angegeben ist. Die Höchstzahl war 11,0 cbm/sec in 1918, die des Jahres 1925 betrug 9,5 cbm/sec.

Das kleinste Niedrigwasser der Ruhr während eines längeren Zeitabschnittes beträgt nach Feststellungen aus dem Jahre 1911 6,5 cbm/sec. Man erkennt aus der Gegenüberstellung der Zahlen des kleinsten Niedrigwassers und der Entziehung, daß die Ruhr heute ohne künstliche Hilfe das erforderliche Wasser nicht mehr zu liefern vermag, um so weniger als es nicht zulässig ist, das Flußbett bis zum letzten Tropfen leer zu pumpen.

Digitized by Google

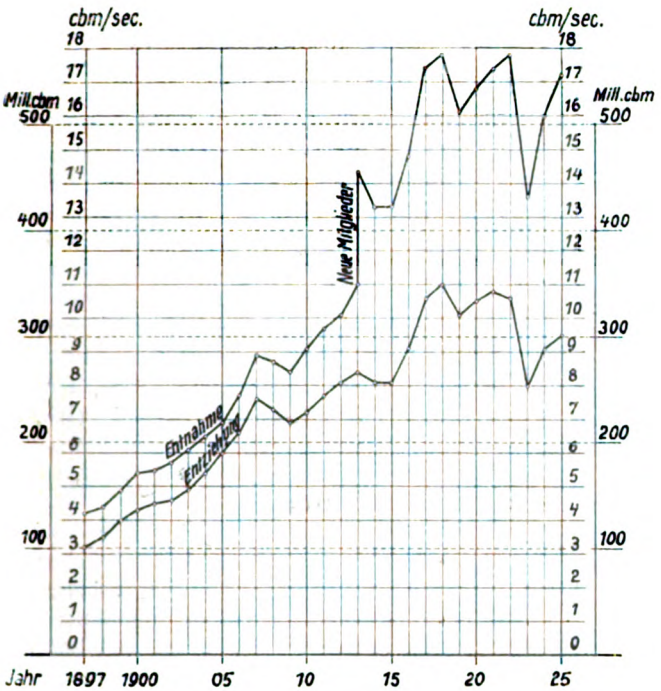


Abb. 2. Entwicklung der Wasserentnahme und der Wasserentziehung in den Jahren 1897—1925

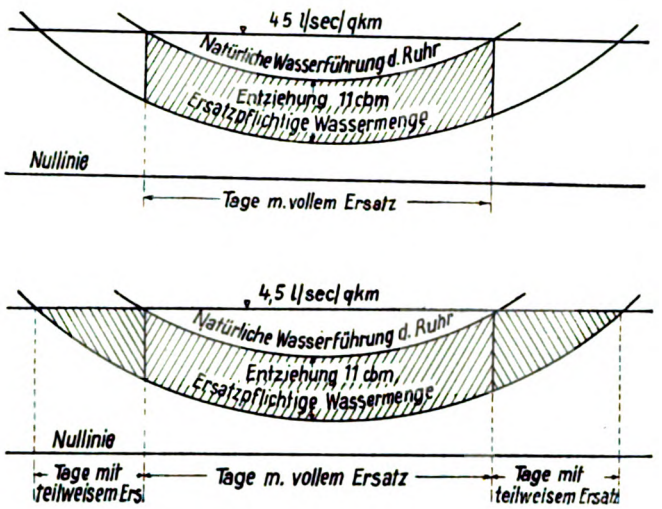


Abb. 3a und 3b. Schematische Darstellung des Wasserersatzes während einer Trockenzeit.

Diese Schwierigkeiten zu beheben hat der Ruhrtalsperrenverein übernommen, der 1898 als freiwilliger Verein der größeren Wasserentnehmer und der Triebwerke an der Ruhr gegründet und durch das Ruhrtalsperrengesetz vom 5. Juni 1913 in eine Zwangsgenossenschaft des öffentlichen Rechts umgewandelt worden ist. Er sucht das Ziel der Lieferung von Zuschußwasser vornehmlich durch den Bau von Talsperren zu erreicheu. Das Talsperrensystem des Ruhrgebiets umfaßt zurzeit 11 Staubecken mit zusammen 190,6 Millionen cbm, von denen die Möhnetalsperre mit 134 Millionen cbm die wichtigste ist. Mit dem Bau eines weiteren Staubeckens von 81 Millionen cbm im Sorpetal ist, wenigstens bezüglich der Wegeverlegungen, 1926 begonnen worden. Nähere Einzelheiten finden sich in dem Aufsatz von Dr. jur. Scheulen, „Die Wasserversorgung des Ruhrgebiets", H. 4 der Zeitschr. „Deutsche Wasserwirtschaft" vom 20. April 1926.

Das Ruhrtalsperrengesetz hat den Begriff der schädlichen Wasserentziehung eingeführt und bestimmt darüber im § 2:

> „Als schädlich entzogen gilt diejenige Wassermenge, die in Zeiten, in denen die Wasserführung der Ruhr weniger als 4,5 l in der Sekunde und für 1 qkm Niederschlaggebiet beträgt, der Ruhr entnommen und nicht wieder zugeleitet wird."

Diese Vorschrift ist aus der bis 1913 als zweckmäßig angesehenen Betriebsregel hervorgegangen, daß der Wasserersatz aus Talsperren zu beginnen hat, sobald die Wasserführung der Ruhr bei Mülheim unter 20 cbm/sec sinkt.

Wollte man die oben angeführte gesetzliche Bestimmung rein wörtlich auslegen, so würde der Ersatz entsprechend Abb. 3a zu erfolgen haben. Der Ruhrtalsperrenverein ist jedoch mit seinen Aufsichtsbehörden, dem Regierungspräsidenten in Düsseldorf und dem Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, darüber einig geworden, daß der Ersatz schon zu beginnen hat, wenn die Wasserführung der Ruhr zwar noch größer ist als 4,5 l/sec/qkm, durch die Entziehung der Wasserwerke jedoch unter diese Grenze herabgedrückt werden würde. Der Ersatz hat also entsprechend Abb. 3b zu erfolgen. Hiernach wächst die ersatzpflichtige Menge bei Beginn einer Trockenperiode von 0 bis zum vollen Ersatz an, der dann beizubehalten ist, solange die natürliche Wasserführung kleiner als 4,5 l/sec/qkm bleibt. Man unterscheidet also Tage mit vollem und Tage mit teilweisem Wasserersatz. Erstere sind für jedes einzelne Jahr eine feststehende Zahl, letztere haben die Eigenschaft, daß sie mit wachsender Größe der Entziehung an Zahl zunehmen, indem immer weitere Tage von der teilweisen Ersatzpflicht erfaßt werden. In diesem Aufsatz wird bei zahlenmäßigen Berechnungen stets die bisherige Höchstentziehung von 11 cbm/sec zugrunde gelegt werden.

Betrachten wir nunmehr das Auf und Ab in der Wasserführung der Ruhr, so ergibt sich, daß die einzelnen Jahre hierin außerordentlich verschieden sind. Die Beobachtungen des Mül-

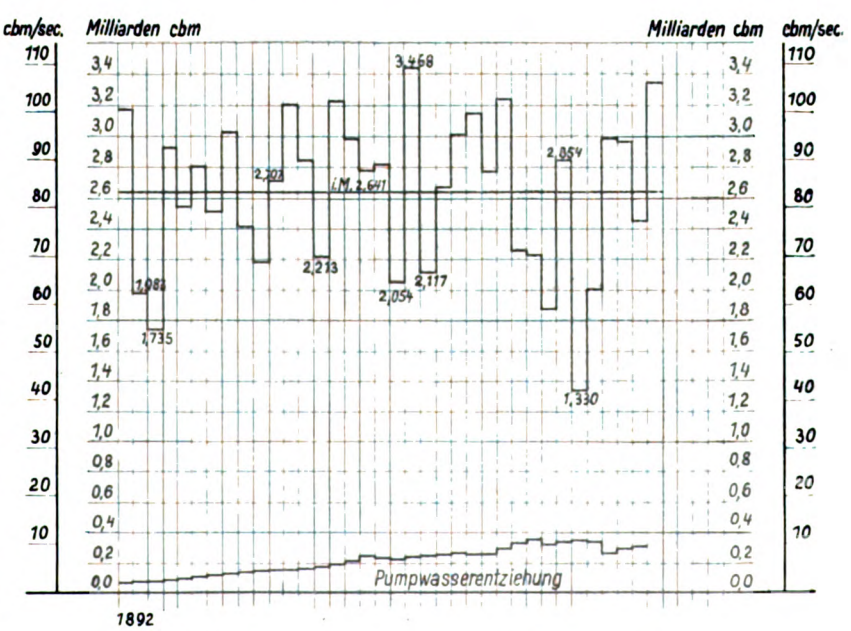


Abb. 4. Abflußmengen der Ruhr bei Mülheim 1891—1926. Jahr 1. November bis 31. Oktober.

Digitized by Google

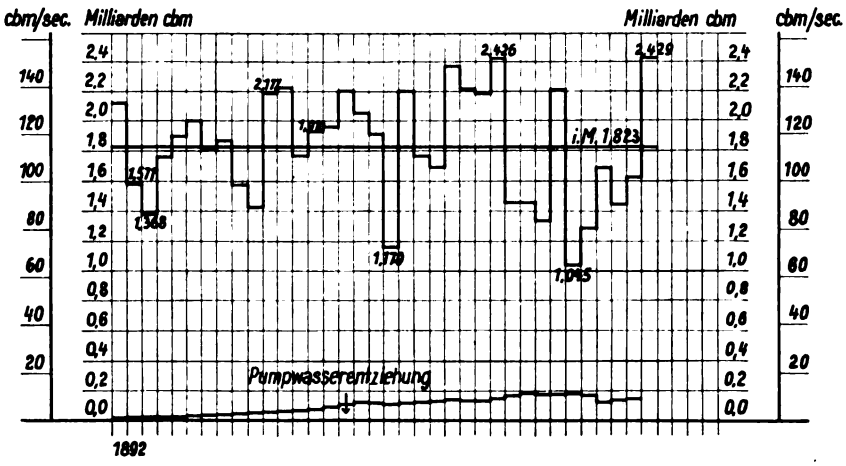


Abb. 5a. Winter (1. November bis 30 April).

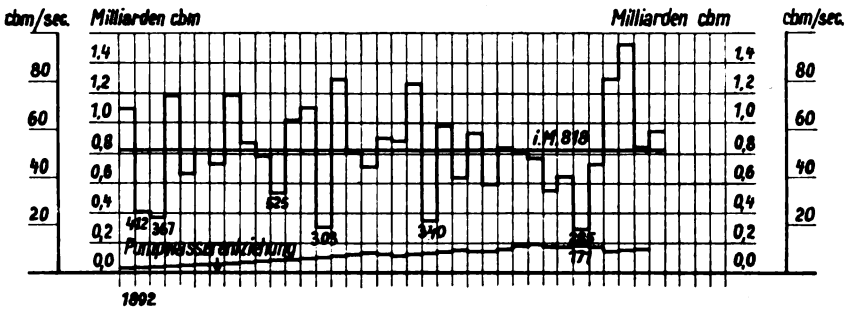


Abb. 5b. Sommer (1. Mai bis 31. Oktober).
Abb. 5a und 5b. Abflußmengen der Ruhr bei Mülheim 1891—1926.

heimer Pegels reichen zurück bis 1881, jedoch sind die Zahlen für die Jahre bis 1891 unsicher, und zwar sind sie wahrscheinlich bezüglich der Abflußmengen zu hoch. In diesen 10 Jahren sind, wie man auch von der benachbarten Wupper her weiß, keine längeren Trockenperioden vorgekommen. Wir verwerten daher im folgenden nur das Zahlenmaterial von 1891 bis jetzt. In diesem Zeitabschnitt betrug die mittlere Wasserführung der Ruhr 2,64 Milliarden cbm jährlich (Abb. 4). Die größte Jahresmenge war die von 1910 mit 3,47 Milliarden, die kleinste die von 1921 mit 1,33 Milliarden cbm. Die größte Jahreswassermenge erreicht also etwa das 2½fache der kleinsten. Ebenso große Unterschiede zeigen sich, wenn man die Abflüsse des Winters (1. November bis 30. April) und die des Sommers (1. Mai bis 31. Oktober) getrennt betrachtet (Abb. 5a und 5b). Die mittlere Wassermenge des Winters beträgt 1,82 Milliarden, die des Sommers 0,82 Milliarden cbm.

Von größter Wichtigkeit für die Wasserversorgung des Industriegebietes ist der Verlauf der sommerlichen Trockenperioden. Die schlimmeren Jahre sind durch ihren Tiefstand schon aus Abb. 5b zu erkennen; ebenso wie in den benachbarten Flußgebieten waren die Sommer der Jahre 1892/93, 1901, 1904, 1911 und 1920/21 besonders wasserarm. Die kleinste sommerliche Wasserführung der Ruhr wurde 1921 mit 285 Millionen cbm beobachtet.

Der Ruhrtalsperrenverein hat für die Zeit von 1891—1925, insbesondere für die oben genannten Trockenperioden, die Zahl der nach dem Ruhrtalsperrengesetz ersatzpflichtigen Tage berechnet, getrennt in solche mit vollem und solche mit teilweisem Ersatz, ebenso die während dieser Trockenzeiten erforderlichen Zuschußmengen. Es war hierfür erforderlich, zu den aus den Beobachtungen des Pegels bei Mülheim und später des Pegels bei Blankenstein ermittelten sichtbaren täglichen Abflußmengen der Ruhr einerseits die entzogenen Pumpwassermengen zuzuschlagen, anderseits den aus den Talsperren geleisteten Ersatz abzuziehen. Das Ergebnis ist aus den zeichnerischen Darstellungen Abb. 6a bis 6c sowie aus Abb. 7 zu erkennen. Danach gibt es Jahre, in denen kaum ein Ersatz erforderlich wird, z. B. 1898, 1902, 1905/06 und 1909/10. Anderseits ergeben sich, wenn man die Tage mit vollem und und mit teilweisem Ersatz zusammenzählt, für 1893 188 ersatzpflichtige Tage, für 1901 126, 1904 161, 1911 156 und 1921 sogar 271. Die ersatzpflichtigen Mengen betrugen in den gleichen Jahren 163, 111, 141, 133 und 247 Millionen cbm.

Es liegt auf der Hand, daß jede schwierige Trockenperiode Anlaß gegeben hat, erneut die Frage zu prüfen, welcher Stauraum im Ruhrgebiet zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriebezirks erforderlich ist. Bei der Aufstellung solcher Berechnungen muß berücksichtigt werden, daß die Staubecken im allgemeinen nicht ganz entleert werden dürfen, daß ein gewisser Teil des Wasservorrats durch Verdunstung verloren geht, sowie daß der Betrieb der vom Ruhrtalsperrenverein unterstützten genossenschaftlichen Talsperren nicht ausschließlich von dem Gesichtspunkt der Niedrigwasserverbesserung der Ruhr aus erfolgt, da dort auch Kraftgewinnung und die Wasserversorgung benachbarter Ortschaften einen Einfluß auf die Wasserwirtschaft ausüben. Schließlich bleibt zu überlegen, ob auch für Ungenauigkeiten des Talsperrenbetriebes Zuschläge zu machen sind. Für längere Trockenperioden, die für alle Maßnahmen in erster Linie ausschlaggebend sind, kann man annehmen, daß das abgegebene Wasser nahezu in voller Menge der Niedrigwasserverbesserung zugute kommt. Stunden- und auch tageweise Abflußschwankungen treten an der Ruhr infolge des Betriebes der zahlreichen großen Wasserkraftwerke ohnehin und unabhängig von der Talsperrenabgabe auf; die Wasserwerke werden hierdurch nach den bisherigen Erfahrungen nur wenig benachteiligt.

Betrachtet man die Darstellung der ersatzpflichtigen Mengen in Abb. 7 und berücksichtigt, daß auch die Jahre 1881—1891 keine gefährlichen Trockenperioden gebracht haben, so kommt man zu dem Ergebnis, daß man die Trockenperiode von 1920/21 als eine vereinzelte Ausnahmeerscheinung, als eine Katastrophe ansehen muß. Niemand weiß zu sagen, ob und wann etwa früher ein gleiches Ereignis sich einmal ereignet hat, wie man auch nicht weiß, wie lange Zeit vergehen wird, bis sich ein solcher Fall wiederholt. Der Herr Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten hat deshalb genehmigt, daß die Trockenperiode von 1920/21 der Bemessung des erforderlichen Talsperrenraumes nicht zugrunde gelegt werden soll. Dagegen muß selbstverständlich die Forderung erfüllt bleiben, daß in gleich ungünstigen Jahren die Wasserversorgung aus der Ruhr gesichert bleibt. Auf Grund dieser Ueberlegungen wurde in den letzten Jahren der Berechnung der erforderlichen Stauraumgröße die nächst ungünstige

Digitized by Google

Trockenperiode, die von 1892/93, zugrunde gelegt. Bestimmte Zahlen sind jedoch bisher absichtlich nicht festgelegt worden, vielmehr sollen zunächst noch weitere Betriebsergebnisse der Talsperren und des von ihnen geleisteten Wasserersatzes abgewartet werden.

Der Unterschied der ersatzpflichtigen Mengen von 1893 und 1921 beträgt nach Abb. 7 84 Millionen cbm, und es entsteht die Frage, woher dieses für die Wasserversorgung notwendige Wasser beschafft werden soll. Die Antwort lautet: aus dem Wasservorrat der Ruhr selbst. Oben war angegeben, daß die kleinste Niedrigwassermenge 6,5 cbm/sec beträgt, der Fluß vermag also während der trockensten Zeit ohne Talsperrenhilfe für die Wasserversorgung rund 500 000 cbm täglich zu liefern, und die Entnahme von 84 Millionen cbm während eines Zeitraumes von 247 Tagen begegnet keinen Schwierigkeiten. Hierauf beruht es auch, daß 1921 die Wasserversorgung des Industriegebiets ungeschmälert aufrechterhalten werden konnte, abgesehen von einigen örtlichen Hemmnissen, die mit der Wasserführung der Ruhr nichts zu tun hatten. Daß in solchen Katastrophenjahren der Fluß in der untersten Strecke vorübergehend nahezu leergepumpt wird, muß als unvermeidliches Uebel in den Kauf genommen werden. Für die Aufrechterhaltung der Schiffahrt in der Mündungsstrecke, die mit der ersten Haltung des Rhein—Hernekanals in Verbindung steht, wird in solchen Ausnahmefällen in der Weise gesorgt, daß Rheinwasser durch ein hierfür anzulegendes Pumpwerk in die erwähnte Haltung hinaufgepumpt wird.

Im übrigen erkennt man aus der Darstellung der Abb. 7, daß mit dem zurzeit vorhandenen Talsperrenvorrat von 190,6 Millionen Kubikmeter in Jahren wie 1901, 1904 oder 1911, die man früher als recht gefährlich angesehen hat, ein reichlicher Ersatz geleistet werden kann, von Jahren mit kürzeren Trockenperioden ganz zu schweigen.

Die Betrachtung der Abb. 7 führt noch zu einer weiteren, für das Ruhrgebiet wichtigen Feststellung. Man ist gewohnt, bei der Bemessung des Stauraumes einer Talsperre von einem wirtschaftlich zweckmäßigen Inhalt zu sprechen, bei dem der Wasservorrat des Niederschlaggebietes möglichst vorteilhaft ausgenutzt wird. Bekanntlich haben sich die Anschauungen hierüber gewandelt; man ist von Talsperren, die ¼ bis ⅓ des Jahresabflusses zu fassen vermögen, zu höheren Inhalten übergegangen und baut heute Staubecken, je nach ihrem Zweck, auf 50, 60, selbst 80 v. H. ihres Jahreszuflusses aus.

Im Ruhrgebiet liegen die Verhältnisse anders. Das Wasser als Lebensmittel und Betriebsstoff kann durch nichts anderes ersetzt werden und ist darin beispielsweise sehr verschieden von der mit Hilfe einer Talsperre gewonnenen Wasserkraft, für die im Notfall die mit Kohle gewonnene Energie einspringen kann. Das in Notjahren fehlende Wasser muß unter allen Umständen bereitgestellt werden, mag es auch, wie an der Ruhr, sehr lange dauern, ehe man den letzten Teil des Vorrats einmal angreifen muß. Erscheint einerseits eine solche Festlegung großer Kapitalien, die noch dazu mit einem Verlust von Kulturland verbunden ist, für seltene und vereinzelte Fälle als volks-

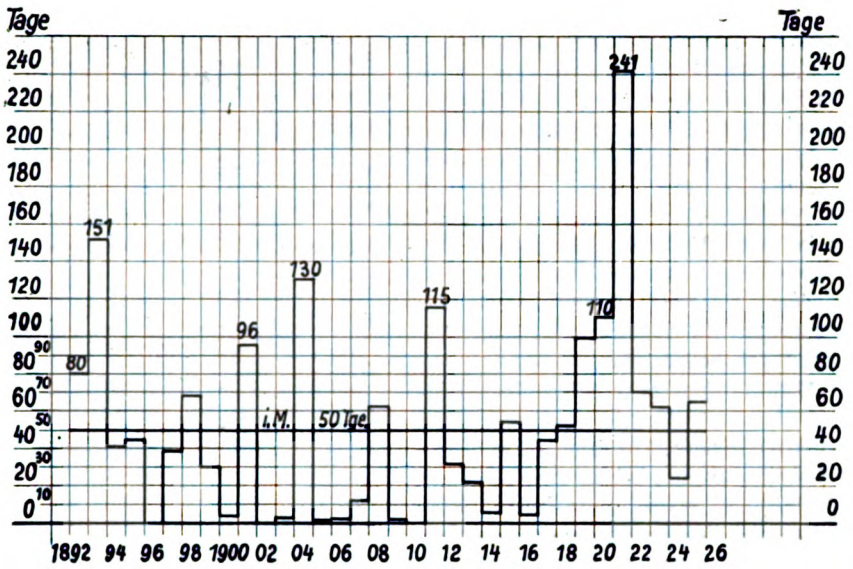


Abb. 6a. Zahl der Tage mit voller Ersatzpflicht.

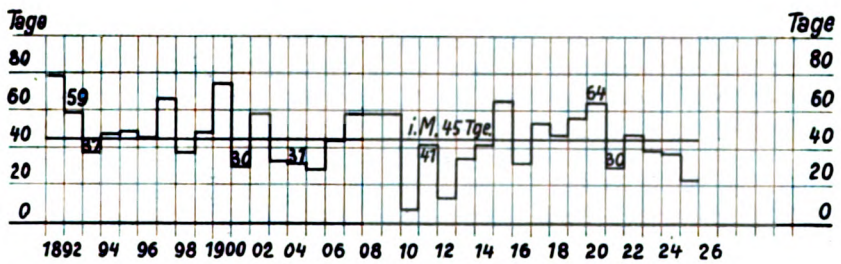


Abb. 6b. Zahl der Tage mit teilweiser Ersatzpflicht bei 11 cbm/sec Entziehung.

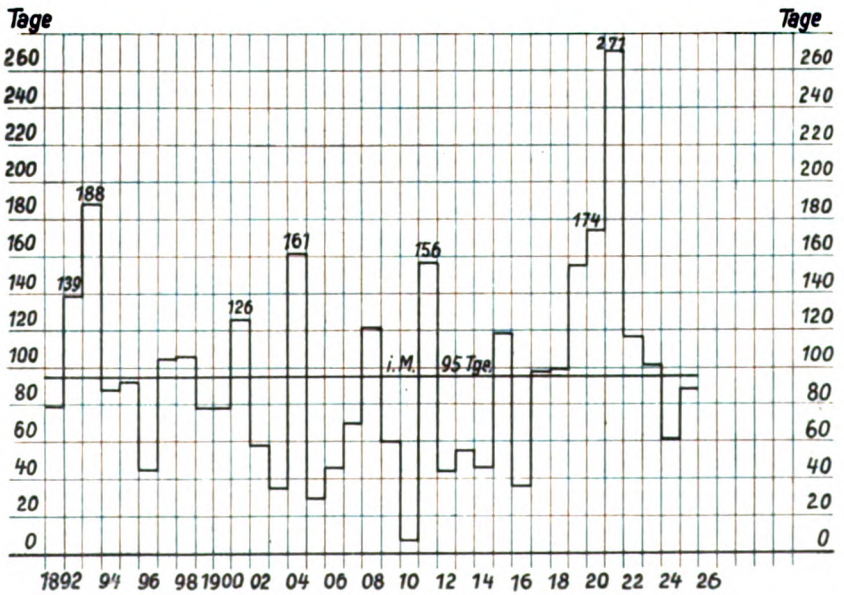


Abb. 6c. Gesamtzahl der ersatzpflichtigen Tage bei 11 cbm/sec Entziehung.

Digitized by Google

wirtschaftlich ungünstig, so gewinnt man anderseits für die Füllung der erforderlichen großen Sammelbecken einen wichtigen Bundesgenossen, die Zeit. Der Abschnitt von 1891 bis 1921 hatte fünf gefährliche Trockenperioden, die oben genannt wurden, der mittlere Abstand solcher Trockenzeiten ist also sechs Jahre. Der kürzeste Abstand war der von 1901 bis 1904, also drei Jahre; die beiden dazwischen liegenden Jahre waren sehr wasserreich. Die gefährlichsten bisher bekannten Trockenperioden, die von 1892/93 und 1920/21, sind sogar durch einen Zeitabstand von 28 Jahren getrennt. Rein theoretisch könnte man demnach Katastrophenjahre wie die beiden letztgenannten in folgender Weise bekämpfen: Man schaltet ein Niederschlaggebiet von beispielsweise 10 qkm Größe und 6 Millionen Kubikmeter jährlichem Abfluß aus der normalen Wasserwirtschaft der Ruhr aus und baut in ihm ein großes Sammelbecken.

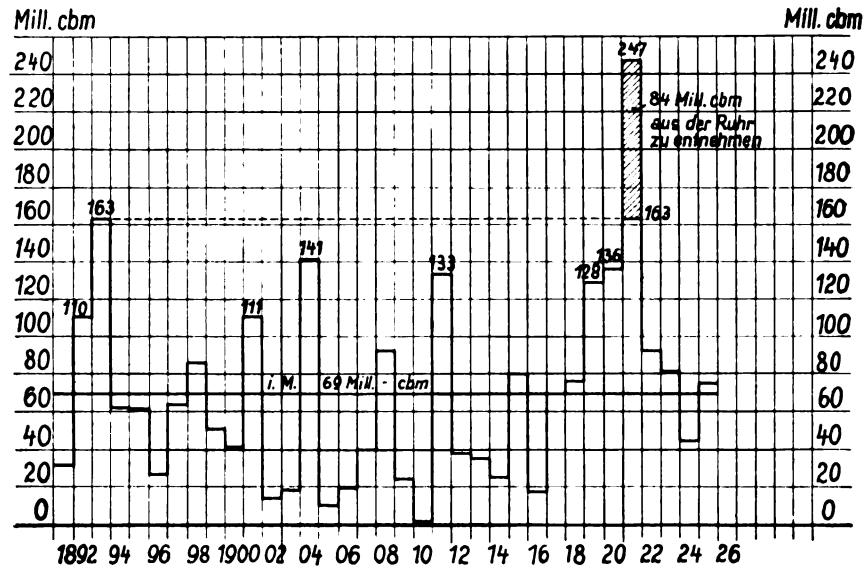


Abb. 7. Nach dem Ruhrtalsperrengesetz zu ersetzende Pumpwassermenge bei einer Entziehung von 11 cbm/sec.

Dieses bleibt in jedem Jahr während des Winters geschlossen, während der Sommerabfluß, der in kleineren Gebieten rund ¼ des Jahresabflusses umfaßt, hier also 1,5 Mill. cbm bringt, nicht aufgestaut, sondern in möglichst günstiger Verteilung durchgelassen wird. Man sammelt somit in jedem Jahr 4,5 Mill. cbm an, in 28 Jahren, abgesehen von der Verdunstung, 126 Mill. cbm. Dieser Vorrat würde dann zur Bekämpfung des schlimmsten Trockenjahres zur Verfügung stehen, worauf die Füllung des Vorratsbeckens von neuem beginnt. Selbstverständlich wird man bei der praktischen Durchführung dieser Ueberlegung nicht bis zu einem solchen Extrem gehen, aber ein drei- bis vierjähriger Aufstau erscheint in hierfür geeigneten Tälern als durchaus zulässig und empfehlenswert. Hiernach ist die Sorpetalsperre, deren Gebiet 34 Mill. cbm jährlichen Abfluß bringt, auf 81 Mill. cbm bemessen worden. Nach Ansicht des Verfassers beruht auf solchen mehrjährigen Wasseransammlungen die Möglichkeit, das Industriegebiet noch für einen längeren Zeitabschnitt auch in steigendem Maß mit Wasser aus der Ruhr zu versorgen. Man gelangt dann bei größeren Niederschlaggebieten zu sehr bedeutenden Staubecken, die zunächst mehrere Jahre zur ersten Füllung gebrauchen. Von da ab läßt man in normalen Jahren während des Sommers von dem Vorrat nur soviel ab, wie sich im kommenden Winter voraussichtlich wieder ersetzen wird, also je nach den Verhältnissen ⅕ bis ¼ der Gesamtfüllung. In Jahren wie 1901, 1904 oder 1911 wird von dem Gesamtvorrat die Hälfte bis ⅔ entleert, in Jahren wie 1892/93 oder 1920/21 fast alles. Danach beginnt das Einsparen des selten benötigten Wassers von neuem.

Eine solche Betriebsweise bleibt solange richtig, bis sich etwa zeigen sollte, daß in dem Wechsel zwischen trockenen und nassen Jahren noch ungünstigere Verhältnisse eintreten können, als sie die zur Verfügung stehende Beobachtungszeit von 1881 bis jetzt gezeigt hat. Ob dies geschehen wird, muß die Zukunft lehren; vorläufig sollten ungünstigere Annahmen, als sie sich aus diesen 45 Jahren ergeben haben, nicht gemacht werden. (W. 925)

Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. e. h. E. Reichel.

Die der Sondertagung Basel vorgelegten Berichte waren so zahlreich, daß sie auf der Konferenz einzeln nicht verlesen werden konnten.[1]) Es mußten die gleichartigen Berichte zu Sektionen mit einem Generalberichterstatter zusammengefaßt werden.

Nur die erste Sektion A war so umfangreich, daß sie in zwei Generalberichte geteilt wurde. Der erste Teil A 1 „Wasserkraftnutzung" ist von dem Direktor des Elektrizitätswerks Basel, Herrn E. Pajot, bearbeitet worden. Der Bericht bestand aus drei Gruppen, die ihrerseits wieder getrennt zur Verhandlung gekommen sind. Der zweite Teil A 2 „Binnenschiffahrt" ist von dem Sektionschef im eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft in Bern, Herrn Dr.-Ing. A. Strickler, verfaßt.

Die Sektion B „Der Austausch elektrischer Energie zwischen Ländern" hatte Herrn Prof. J. Landry von der Universität Lausanne zum Generalberichterstatter.

Ueber die Sektion C „Die wasserwirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch und thermisch erzeugbarer elektrischer Energie" hat Dr. h. c. A. Nizzola, Ingenieur und Präsident der A.G. Motor-Columbus in Baden-Schweiz berichtet.

Die Sektion D „Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft" hat der Generalberichterstatter, Herr Direktor F. Ringwald, von den Zentralschweizerischen Kraftwerken in Luzern behandelt und die Berichte der

Sektion E „Elektrisierung der Eisenbahnen" sind von Herrn Dr. E. Huber-Stockar, Chef der Abteilung für Elektrisierung der schweizerischen Bundesbahnen in Bern zusammengefaßt worden. — Wie ersichtlich, waren alle Generalberichterstatter Schweizer.

Von allen angeführten Sektionen hat für die verschiedenen Einzelheiten an Turbinen und Generatoren nur der erste Teil von A besonderen Wert. Die Berichte von Gruner, Büchi, Konz und Berdal sind von allgemeinem, die von Ungerer, Caflisch und Munding von maschinentech-

[1]) Vgl. auch diese Zeitschrift 1926, Heft 2, S. 252.

Digitized by Google

nischem und die von Wallem, Wyssling und Zachrisson von elektrotechnischem Interesse.

Gruner beschäftigt sich vornehmlich mit den allgemeinen Bedingungen, unter denen Niederdruckwasserkräfte in der Schweiz ausgeführt werden. Für solche Werke hat sich ein besonderer Typus herausgebildet, nach dem fast alle Werke erstellt sind. Nicht nur die hydraulischen Verhältnisse spielen wegen der Ausbaugröße, sondern auch die elektrischen wegen der besonderen Ausführungsart eine bedeutende Rolle. In dieser Hinsicht sind die Mitteilungen von Wyssling über die Zusammenarbeit von Akkumulierwerken bei Wasserkraftanlagen und thermischen Kraftwerken von besonderer Bedeutung.

Mit großer Anschmiegsamkeit haben es die Schweizer Ingenieure verstanden, sich allen geologischen Landesverhältnissen anzupassen. Namentlich sind die im Flußlauf selbst angeordneten Kraftwerke von Bedeutung, für die Gruner auch wertvolle Winke erteilt. Ebenso behandelt er die Frage der Sicherung der flußabwärts gelegenen Wehrschwellen, die entstehenden Kolkerscheinungen und wie man sie umgehen kann. Auch die Wirkung des Auftriebes in den Wehrkonstruktionen bespricht er, die Ausbildung der Stauwehrschützen und ihre Dichtungen, die Rechenanordnung und ihre Reinigung, die Streichwände und ihre Vorteile, die Anordnung der Unterwasserkanäle, das Eindringen von Wasser in die Bauwerke, Dilatationsfugen, Schiffahrtsschleusen bei Wasserkraftanlagen und manches andere.

Wie ersichtlich, sind es aber mehr bauliche Maßnahmen, die bei der Anlage von Wasserkräften Verwendung finden, obwohl sie in engstem Zusammenhang mit den maschinentechnischen Ausführungen stehen.

In ähnlicher Weise wie Gruner die Niederdruckwerke behandelt, beschäftigt sich Büchi mit den Hochdruckanlagen, die in den letzten Jahren in der Schweiz entstanden sind. Namentlich widmet er der starken Geschiebeführung ernste Aufmerksamkeit und welche Mittel man hat, um deren nachteilige Wirkung zu vermeiden. Bei den Wasserfassungen werden Staudämme und Talsperren und ihre Ausführungsformen unterschieden. Bei der Zuleitung des Wassers zu den Wasserschlössern ist man von Hangkanälen ganz abgekommen und führt fast nur noch Stollen aus, die auch schräg nach abwärts geführt und als Druckstollen angelegt werden, um einen Teil der Druckrohrleitungen zu ersparen. Ueber die dabei zugelassenen Wassergeschwindigkeiten und andere Ausführungsdaten werden wichtige Angaben gemacht. Auch über die Ausführung von Wasserschlössern und die aus ihnen zu den Turbinen führenden Rohrleitungen erfährt man manche wertvollen Einzelheiten

Der erste Bericht von Konz ist der Neckarkanalisierung von Plochingen bis Mannheim und der Unterteilung des Gefälles in zahlreiche Einzelstufen mit Wasserkraftanlagen gewidmet. Der zweite Bericht behandelt die Iller und ist dadurch interessant, daß gezeigt wird, wie die Aufteilung der Wasserkraftanlagen stattfindet und sich auf Bayern und Württemberg verteilt, trotzdem die Iller die Grenze zwischen beiden Ländern bildet.

So günstige Verhältnisse, wie sie Berdal über die Regulierung der Seen am Glommen in Norwegen schildert, sind selten zu finden. Es wird nicht nur über die Regulierung dieser Seen, sondern auch die Zusammenfassung der Gefälle im Flußlauf und deren Ausbauten berichtet.

Für die konstruktiven Einzelheiten an den Turbinen und ihre Regulierungen sind die Berichte der Herren Ungerer, Caflisch und Munding von besonderem Interesse.

Ungerer geht von der Francis-Turbine aus, deren weitere Entwicklung in zwei Hauptrichtungen er verfolgt. Es werden einerseits die Gefälle immer höher und heute schon Francis-Turbinen verwendet, wo man früher nur Freistrahlturbinen angewendet hätte. Entgegen kommt dieser Richtung das Streben nach immer größeren Einheiten. Die zweite Richtung ist die ständige Erhöhung der spezifischen Drehzahl. Dieser Richtung sind die europäischen Turbinenbauanstalten nur mit einigem Zögern gefolgt. Man hat sich im Anfang etwas dagegen gesträubt, die Erhöhung der spezifischen Drehzahl zuweit zu treiben, weil damit ein Sinken des Wirkungsgradsmaximums vorhanden war, und weil die Wirkungsgrade vom erreichten Maximum nach beiden Seiten nicht nur rasch abfallen, sondern auch bei Stillstand eine steigende Wassermenge benötigt wird. Nur sehr vorsichtig ist man in dieser Hinsicht vorgegangen und bis $n_s = 500$ gekommen. Erst die aufsehenerregenden Mitteilungen von Prof. Dr. Kaplan in Brünn haben hierin Wandel geschaffen, der sich in der letzten Zeit in den Kaplan- und Propeller-Turbinen auswirkt. Heute bezeichnet man mit Propeller-Turbinen solche, die eine Erhöhung der spezifischen Drehzahl bis $n_s = 800$ gestatten und feste Laufschaufeln haben, während die Kaplan-Turbine eine Erhöhung der spezifischen Drehzahl bis $n_s = 1200$ ermöglicht und in der Hauptsache drehbare Laufschaufeln hat. Aber nicht diese allein sind das kennzeichnende Merkmal, sondern der Umstand, daß die Propeller-Turbine eigentlich eine Fortsetzung im Bestreben der Erhöhung der spezifischen Drehzahl der Francis-Turbine bildet, obwohl dieses Bestreben durch Kaplan beeinflußt ist, während Kaplan mit dem Konstruktionsprinzip der Francis-Turbine vollkommen gebrochen hat und seine Laufschaufeln der Schiffsschraube ähneln.[2]) Durch die gleichmäßige Verdrehung der Laufschaufeln wird aber eine außerordentlich wirksame Erhöhung des Wirkungsgrades bei kleinen Füllungen erzeugt. Auch die Wassermenge bei kleinen Füllungen wird stark vermindert, so daß die Kaplan-Turbine als die hervorragendste Vertreterin einer regelbaren Turbine gilt, die bis auf die kleinsten Füllungen herab einen hohen Wirkungsgrad zeigt. Das wird in konstruktiver Hinsicht allerdings nur dadurch erzielt, daß auch die Laufschaufeln drehbar gemacht werden müssen. Das bedingt nicht nur eine konstruktive Kompliziertheit, sondern auch eine Verteuerung, die sich noch nicht überall Eingang verschaffen konnte. Auch sind mit der Anwendung der Kaplan-Schaufeln Kavitationserscheinungen und Saugrohrformen verbunden, die nur durch ganz erfahrene Turbinen-Konstrukteure richtig beherrscht werden können. Die Wirkungsgradkurven der Kaplan-Turbine verlaufen außergewöhnlich flach und man erreicht damit und mit den Propeller-Turbinen ein Wirkungsgrad-Maximum, das bei großen Konstruktionen kaum noch etwas zu wünschen übrig läßt. Ungerer bringt hierfür zahlreiche Beispiele, namentlich an Wirkungsgradkurven. Der Fortschritt in dieser Hinsicht in den letzten Jahren ist ganz bedeutend. Besonders lehrreich sind diejenigen Diagramme, die die Vorteile in der Wirkungswelse der Kaplanturbine gegenüber anderen Systemen und bei der Verwendung mehrerer Einheiten zeigen.[3]) Die konstruktiven Schwierigkeiten mit den drehbaren Laufschaufeln können nach jahrelangen Versuchen und Probeläufen bei den namhaftesten Turbinenfirmen als überwunden angesehen werden.

Natürlich haben auch die Regulier-Vorrichtungen sich diesen

---

2) Als patentrechtliche Kennzeichen gelten: die Schaufellänge ist kleiner als die Schaufelteilung und das Wasser wird vom radialen Eintritt rechtwinkelig zur axialen Laufrad-Durchstromung umgelenkt.

3) Vgl. hierzu: Englesson, Kaplanturbinen oder Propellerturbinen. Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 449. — Popoff, Ueber die Wahl der Turbinenart für Niederdruck-Anlagen mit veränderlichem Arbeitsregime, diese Zeitschrift 1925, H. 18 u. 19, S. 295 u. 316. — Thomann, A propos de méthodes d'accouplement des turbines hydrauliques. Bulletin techn. de la Suisse rom., 1925, H. 24, S. 289.

Digitized by Google

Konstruktionen anzupassen. Es müssen eben nicht nur die Leitschaufeln, sondern jetzt auch die Laufschaufeln verstellt werden. Dadurch werden auch an die Regulier-Vorrichtungen besondere Anforderungen gestellt, aber auch diesen hat man sich im Laufe der Zeit gewachsen gezeigt.[4])

Eine besondere Form der Ausführung müssen die Saugrohre erhalten. Ungerer geht auf die verschiedenen Konstruktionen ein und zeigt, daß die amerikanischen Ausführungen der sogenannten „Spreizsaugrohre" mit gerader, senkrechter Achse keine besonderen Vorteile gegenüber den von uns gewählten Formen bieten, ja, daß die gebogenen Rohre eine Platzersparnis zeigen, die in vielen Fällen ausschlaggebend ist.[5])

In einer besonderen Ausführungsform sind allerdings die amerikanischen Konstruktionen richtunggebend gewesen. Unsere noch vor wenig Jahren häufig gewählten Formen der senkrechten Doppel- und Mehrfachräder sind fast völlig verschwunden. Man ist in Amerika der geringen Betriebsstörungen und Montageschwierigkeiten wegen fast ausschließlich auf senkrechte Einrad-Turbinen übergegangen. Man sucht dafür die spezifische Drehzahl so hoch als möglich zu treiben, begünstigt also die Propeller-Konstruktionen und verzichtet auf alle Arten von Uebersetzungen. Durch die auf die Verlängerung der senkrechten Turbinenwellen aufgesetzten Schirmgeneratoren wird so viel an Platz gespart, daß man bei allen Neuanlagen zu dieser Anordnung kommt. In dieser Hinsicht kann man sich hier dem amerikanischen Standpunkt noch nicht völlig anschließen. Es werden immer noch Räderübersetzungen eingeschaltet, namentlich Stirnräder, um auf billige elektrische Generatoren zu kommen. Es ist aber zu bedenken, daß diese Uebersetzungen die Kosten der elektrischen Generatoren zwar stark herabsetzen, daß sich aber die Anlagekosten durch die Räder selbst wieder erhöhen. Grundlegende Entscheidungen sind in dieser Hinsicht noch nicht getroffen. Die Räderübersetzungen werden von hervorragenden Konstrukteuren für bestimmte Fälle besonders empfohlen. Der amerikanische Turbinenbau kann sich zur Anwendung von Rädern irgendwelcher Art aber nicht entschließen. Auch die Höhe der Leistungen wird damit beschränkt. Bezeichnend ist, daß bei dem in der Schweiz neu entstandenen Wäggitalwerk nicht nur die Turbinen, sondern auch die Speicherpumpen mit direktem senkrechten Antrieb ausgestattet sind.

Die Abneigung einzelner Konstrukteure gegen hochbelastete Spurlager sind nicht mehr berechtigt. Jedes Lager ist einer Betriebsstörung gegenüber gleich stark empfindlich. Nicht nur die Spurlager. Die schweizerischen Konstrukteure, voran Escher, Wyss & Cie. für Biaschino, Wäggital usw., die Konstruktionen für die Mittlere Isar, für Kachlet usw. haben alle Vorurteile beseitigt und gezeigt, daß und wie hoch man Spurlager belasten kann. Die Lagerarbeit ist viel geringer als man sie früher angenommen hat.

Unentschieden ist nur noch die Frage über die Lage des Spurlagers selbst. Während einzelne Konstrukteure die Lager über den Generatoren begünstigen, wodurch das Lager jederzeit zugänglich und von außen leicht sichtbar bleibt, ordnen es andere zwischen Generator und Turbine an. Das hat den Vorzug, daß bei einer Demontage des Generators das Turbinenlager unverändert bleiben kann. Beide Anordnungen haben also ihre Vor- und Nachteile.

Ungerer widmet endlich auch einigen Nebenteilen zu den Turbinenanlagen besondere Aufmerksamkeit. Nebenteile kann man eigentlich nicht sagen, denn die gute Funktion dieser Teile kann bei allen Anlagen sehr viel Aerger ersparen. Dahin gehören die Abschlußorgane und die Rechenreinigung.

Bei den Abschlußorganen hat man nicht nur darauf zu sehen, daß die Widerstände im geöffneten Zustand so klein als möglich sind, auch der Schluß muß rasch und sicher erfolgen können. In dieser Hinsicht haben sich in neuerer Zeit Kugelschieber, Schnellschlußschützen und Drosselklappen eingeführt. Erstere sind wegen ihres geringen Widerstandes in geöffnetem Zustande bis zu den größten Abmessungen verwendet worden. Letztere haben in verschiedener Hinsicht Aehnlichkeit mit Walzenwehren und den Schnellschlußvorrichtungen mit Drucköl usw. Die Schlußgeschwindigkeit kann durch Bremsen auf eine vorher genau einstellbare Geschwindigkeit geregelt werden. Die Auslösung der Schützentafeln oder Drosselklappen erfolgt in den meisten Fällen automatisch,[6]) sobald die Durchflußgeschwindigkeit sich über ein bestimmtes Maß gesteigert hat. Die Arbeit der Fallschützen hat sich in jeder Hinsicht als einwandfrei erwiesen. Man kann die Schützentafeln oder Drosselklappen durch das Einsetzen der Bremsen nicht nur bis zum völligen Schluß bewegen, sondern auch in jeder beliebigen Hubhöhe still halten.

Die Reinigung der Rechen kann eine Wasserkraftanlage so belasten, daß ihre Wirtschaftlichkeit dadurch stark beeinträchtigt wird. Man hat also der Rechenreinigung[7]) seine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Das kann nicht allein dadurch geschehen, daß man sich bemühen muß, die Stabweite der Rechen bei den Turbinen-Konstruktionen diesen anzupassen, sondern auch für das Reinigen der Rechen besondere maschinelle Einrichtungen zu verwenden. Hier haben sich mechanische Rechenreinigungsmaschinen einer steigenden Beliebtheit zu erfreuen. Allerdings sind in Gegenden, in denen starker Eisgang vorkommt, die Lösungen noch nicht als befriedigend anzusehen.

Caflisch zergliedert seine Betrachtungen für Nieder-, Mittel- und Hochdruck-Anlagen. Die Niederdruckanlagen sind bis von Ausbruch des Krieges zur Erzielung höherer Wirtschaftlichkeit mit senkrechten Mehrrad-Turbinen ausgeführt worden. Etwa von diesem Zeitraum an werden in steigendem Maße senkrechte Einrad-Turbinen angewendet, und durch die Anlage von gut eingerichteten Prüfanstalten sucht man nicht nur die spezifische Drehzahl zu steigern, sondern auch Propeller- und schließlich Kaplan-Turbinen auszubilden.

Bei den Mitteldruck-Turbinen ist das Francis-Prinzip das herrschende geblieben. Man ist nicht durch Erreichung so hoher spezifischer Drehzahlen in der Anlage zu verschiedenen Konstruktionstypen gedrängt worden.

Bei den Hochdruck-Turbinen wird nach Caflisch durch die Steigerung der Einheitsgröße die Francis-Turbine zur Ueberwindung immer größerer Gefälle befähigt, und so ist den Freistrahl-Turbinen dieses Gebiet streitig gemacht. Man ist eben mit der Francis-Turbine imstande, das Gefälle bis auf den letzten Rest völlig auszunutzen, während man mit den Freistrahl-Turbinen immer an ein bestimmtes Freihängen gebun-

4) Vgl. Großmann, Ueber Propeller- und Kaplanturbinen, diese Zeitschrift 1927, Heft 1, S. 7. — Dr. Pfleiger-Haertel, Die Kaplanturbinen — Anlage Rötteln, diese Zeitschr. 1925, Heft 24, S. 398. — Englesson, Einige schwedische und finnländische Kaplananlagen, Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 318. — Ferner Deutsche Wasserwirtschaft, 1923, Heft 11/12, S. 176. — J. O. Dahl, De första Kaplanturbinerna i Sverige, Teknisk Tidskrift, 1923, Mechanik, H. 10. — Moser, Eine Kaplanturbinenanlage in Japan, Schweiz. techn. Zeitschr., 1926, H. 27, S. 441.

5) Vgl. Weltkraft-Konferenz 1924, Referat Nr. 97 von Taylor, „The hydraulic reaction turbine" und Schilhansl, Amerika und wir, diese Zeitschrift, 1926, H. 4, S. 33. — Ferner: Dubs, Die Bedeutung des Saugrohres, Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 437 und Derselbe, Die Beeinflussung des Wirkungsgrades durch das Saugrohr, Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 338; auch Englesson, vgl. Fußnote 3.

6) Dr. Pflieger-Haertel, Schnellschluß-Schützen, Die Wasserwirtschaft, Wien, 1926, H. 14, S. 463. — Vgl. auch Reindl, Die Bedeutung der Durchgehdrehzahl für die Bemessung von Wasserturbinensätzen, E.T.Z. 1925, H. 18, S. 645. — Derselbe, Schutz gegen das Durchgehen von Wasserturbinen, Elektrotechnik u. Maschinenbau, 1923, H. 39 u. 40, S. 566 u. 582 (französisch nachgedruckt von La houille blanche, 1924, Nr. 188 u. 189, S. 65 u. 111.)

7) Turbinenrechen und mechanische Rechen-Reinigung, diese Zeitschr. 1925, H. 15, S. 255. — Haas u. Bitterli, Verbesserte Rechenreinigung im Kraftwerk Rheinfelden, Z. d. V. d. I. 1926, H. 45, S. 1483, und S. 1485

Digitized by Google

den ist. Bisher ist man bei 280 m Gefälle zu Leistungen von 17 500 PS gekommen. Aber auch Höchstleistungen bis zu 50 000 PS[8]) bei 197 m Gefälle sind von Escher, Wyss & Cie. für Terni eingerichtet worden. Selbstredend werden alle diese Turbinen als Francis-Langsamläufer, vielfach mit senkrechter Achse, ausgeführt.

Sehr dankenswert ist die von Caflisch eingeführte Verhältniszahl der Leistung, bezogen auf 1 qm Bodenfläche der Turbinen. Man kann so gut ermessen, wie sparsam einige Anlagen im Flächenausmaß gelungen sind. Auch die Einführung der spezifischen Drehzahl pro Düse und das Strahlverhältnis sind Beziehungen, die zwar nicht neu sind, aber mit großem Vorteil angewendet werden. Man erfährt so, daß das Strahlverhältnis bis herab auf 6,3 benutzt wird, wobei spezifische Drehzahlen von $n_s = 33{,}45$ bei 85% Wirkungsgrad erreicht sind. Das sind sehr anerkennenswerte Leistungen, zu denen man kommt, um die Lücke zwischen Francis- und Freistrahl-Turbinen auszufüllen. Natürlich ist das nur mit mehreren Strahlen auf einem Becherrade zu erreichen. Die Befestigung der Becher auf den Scheiben bleibt bei so ungünstigem Strahlverhältnis eine besondere Schwierigkeit.

Zahlenangaben werden auch für senkrechte Spurlager gemacht. Nicht nur die verschiedenen Lagerkonstruktionen einzelner Firmen werden erwähnt und beschrieben, sondern auch die Größe der erreichten Lagerbelastungen angegeben. Der Wert p . v scheint ein Bezugswert zu bleiben. Er nimmt bei großen Lagern in Verbindung mit der Lagerausführung Werte an, die man früher für unmöglich gehalten hätte. Bei einzelnen Ausführungen kommt man mit p . v bis 360.

Daß man den Regulatoren bei großen Ausführungen besondere Aufmerksamkeit schenken muß, ist selbstredend. Alle Firmen bauen die Regulatoren serienweise und suchen bei den einzelnen Konstruktionen diejenige Type heraus, die gerade passend ist. Nur in seltenen Fällen muß man an die Konstruktion neuer Typen gehen. Namentlich bei den Niederdruckanlagen der Kaplan-Turbinen, wo eine getrennte Bewegung der Leit- und Laufschaufeln vorhanden ist.[8]) In gleicher Art werden aber auch die Regulatoren bei Freistrahl-Turbinen als Doppelregler ausgebildet, für den Strahlablenker und für die Düsenverstellung. Eine besondere Form erhalten die Regler für die Akkumulierpumpen, denen eine steigende Aufmerksamkeit zukommt. Es werden eine ganze Reihe von ausgeführten Beispielen erwähnt und beschrieben. Beim Schwarzenbach-Werk haben Escher, Wyss & Cie. die Leitschaufeln der Pumpen verstellbar angeordnet und einen Wirkungsgrad bis 85% erzielt. Natürlich werden die Pumpen durch besondere Regler bedient.

(W. 911.) (Schluß folgt.)

[8]) Moser. Neue Wasserturbinen-Anlagen. Schweiz. techn. Zeitschr., 1926. H. 34/35. S. 598.

Über die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues von Wasserkraftanlagen.

Aussprache auf dem Vortragsabend des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes am 2. Dezember 1926 in Berlin.

(Vgl. diese Zeitschrift Heft 1, S. 1.)

In der an den Vortrag von Oberingenieur Reichard über das Shannon-Kraftwerk sich anschließenden Aussprache über die allgemeine Frage der Wirtschaftlichkeit des Ausbaues der Wasserkräfte führte zunächst Herr Professor Mattern, Berlin, folgendes aus:

Die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues der Wasserkräfte wird heute von vielen bezweifelt, da ihre Baukosten gegenüber der Vorkriegszeit sehr erheblich gesteigert sind. Ich habe die deutschen Wirtschaftskurven durchgesehen und gefunden, daß der Baukostenindex gegenüber 1913 zurzeit etwa 160—165 beträgt. Dazu kommen die höheren Betriebskosten, die zum Teil auf die beträchtlichen Zinssätze, zum Teil auf die höheren Löhne und andere Ursachen zurückzuführen sind. Indes das gilt auch für die Wärmekraftanlagen. Zwar sind bei diesen die Anlagekosten verhältnismäßig geringer, dafür sind aber die Kohlenkosten, die, wie wir wissen, einen überwiegenden Anteil der Betriebskosten darstellen, gegenüber der Vorkriegszeit auf etwa 150 v. H. gestiegen.

Wir erkennen also, daß der Stand der Wasserkraftanlagen in diesem Wettstreit nicht so ungünstig ist, als man vielfach hört. Immerhin sollte man bemüht sein, die Kosten der Wasserkraftanlagen tunlichst herabzumindern. Das kann auf mancherlei Weise geschehen, z. B. bei den Kanalisierungen der Flüsse dadurch, daß man von der alten Forderung Abstand nimmt, der Abflußquerschnitt des durch den Wehreinbau und das Krafthaus versperrten Flusses müsse ebenso groß sein wie vor dem Einbau. Das führt zu unverhältnismäßig hohen Baukosten und kann in engen Gebirgstälern eine solche Anlage überhaupt unmöglich machen. Maßgebend sollte sein, daß die Fließgeschwindigkeit des Wassers im versperrten Querschnitt das zulässige Maß nicht überschreitet. Diese wird bedingt durch die Festigkeit des Wehres, seines Sturzbettes usw. Solche Wehranlagen werden nach dem preußischen Wassergesetz im Verleihungsverfahren rechtlich heute beurteilt wie Talsperren und bei diesen gilt gegenüber Angriffen des strömenden Wassers der eben ausgesprochene Grundsatz der Sicherheit des Bauwerkes. Es ist gelungen, diesem neuen Grundsatze beim Bau der Kraftanlage von Mettlach in der Saar, die im Sommer 1926 fertiggestellt wurde, Geltung zu verschaffen. Auch übermäßige geldliche Belastungen müssen wir von den Wasserkraftanlagen fernhalten, die an den gemeinsamen Schiffahrt- und Kraftwasserstraßen durch die Einrichtungen für die Schiffahrt hervorgerufen werden können. Man hat z. B. Schleusen den Kraftwerkbauten auferlegt, auch dort, wo in absehbarer Zeit Schiffahrt nicht in Frage kam. Das gibt Zinsverluste unter Umständen für lange Jahrzehnte. Bei den Talsperren, die als Speicherungswerke oft ein Bestandteil dieser Unternehmungen sind, kann man durch die Ausnutzung der Bogenwirkung erheblich sparen. Ich habe im vorigen Sommer im Anschluß an die Baseler Weltkraftkonferenz Gelegenheit gehabt, einige Talsperren in der Schweiz in dichtbesiedelten Tälern zu besichtigen, deren kühne Bauweise uns in Erstaunen setzt, obgleich man in der Schweiz erst nach dem Kriege derartige Bauwerke errichtet hat. Ich denke an die Amsteg- und Broc-Talsperre, die allein als Bogen tragen und im Betriebe volle Standsicherheit gewähren. Die Grimsel-Talsperre, die gegenwärtig im Bau ist, soll mit vereinigter Stützmauer- und Bogenwirkung errichtet werden. Bei solcher Bauweise lassen sich die Massen bedeutend vermindern und Massen sparen heißt Kosten sparen. Aus dem Auslande können wir nach dieser Richtung für unsere Verhältnisse mancherlei lernen und das sollte ernstlich bedacht werden.

Auch der Betrieb der Wasserkraftanlagen kann wirtschaftlicher gestaltet werden. Die Frage der Ausnutzung der

Digitized by Google

Stauhaltungen bei den Kanalisierungen für Speicherbetrieb zur Deckung hoher Spitzen des Bedarfs, die auch auf der Weltkraftkonferenz in Basel behandelt wurde, steht im Vordergrund des Interesses. Die Meinungen gingen dort noch sehr auseinander, und ich bin für den Speicherbetrieb eingetreten, wie ich das auch seinerzeit für die Ausnutzung der eben erwähnten Mettlacher Stauanlage getan hatte. Auch in Flüssen müssen die Schiffe sich den wechselnden Wasserständen anpassen, die oft in 24 Stunden um mehrere Meter wachsen. Gewisse Unbequemlichkeiten dieser Art muß die Schiffahrt ebenfalls in den Kanälen hinnehmen.

Die Einheitskosten der erzeugten Wasserkraft können, wo hydraulische Speicher damit verbunden sind, leicht die Höhe von 5—6 Pfg. für die Kilowattstunde, auch unter örtlich günstigen Verhältnissen, erreichen. Das ist ein zu hoher Satz gegenüber den Wärmekraftkosten in Laufwerken. Zur Verbesserung der Einträglichkeit der Wasserkraftanlagen sollte man neue Wege beschreiten. Das gilt vor allem dort, wo Speicher bestehen oder nach den örtlichen Verhältnissen ihre Anlage möglich ist. Die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserkraftlaufwerken ist heute gegenüber Wärmekraftkosten im Dauerbetrieb, die sich auf 1,5—2,5 Pfg. für die kWh stellen mögen, allerdings ungünstig. Anders liegen die Dinge aber bei Spitzenleistungen.

Solche neuen Erwägungen sind erstens die Verteilung der Kosten auf weitere Interessenten, die aus den in den Talsperren gespeicherten Wassermassen und dem Wasserausgleich Vorteile haben. Wir haben die mannigfachen Kulturinteressen für die unterhalb liegenden Triebwerke, für die Schiffahrt, landwirtschaftliche Bewässerung, Trinkwasserversorgung und anderes mehr eben aus der Darstellung des großartigen Shannon-Kraftwerkes kennengelernt. Aehnliches gilt für viele deutsche Anlagen. Es ist naturgemäß, daß sich der Hochwasserschutz selbst decken muß aus dem verhinderten Schaden. Es geht auf die Dauer nicht an, daß weite Kreise Vorteile aus den Talsperren ziehen ohne Gegenleistung. Das Wassergesetz bietet die Handhabe, alle diese Beteiligten nach dem Maße ihrer Vorteile zu den Kosten heranzuziehen. Wenn auf diese Weise die Wasserkraftwirtschaft mit zwei Drittel, die Kulturwirtschaft mit einem Drittel an den Gesamtkosten beteiligt wird, so stellt sich die Sachlage gegenüber der Wärmekraftwirtschaft erheblich günstiger.

Den Ausgleich des Bedarfes kann man einerseits durch eine entsprechende Gestaltung des Stromtarifs herbeiführen, indem in weniger belasteten Stunden der Strom zu einem mäßigen Satze abgegeben wird. Damit sind in der Schweiz, im besonderen in Basel Stadt, große Erfolge erzielt worden, wie zeichnerische Darstellungen auf der Baseler Schiffahrts- und Kraftausstellung 1926 zeigten. Ein weiterer Weg ist der der Spitzendeckung aus Speicherwerken. Der Bedarf der Elektrizitätsversorgung steigt heute ständig, und Deutschland ist gegenüber dem Auslande noch weit zurück. In der Schweiz beträgt der Verbrauch für Kraft und Licht gegenwärtig 450 kWh auf einen Einwohner und Jahr, die Energieerzeugung einschließlich Bahnbetrieb, elektrochemischem Bedarf und Ausführung ins Ausland übersteigt 800 kWh für den Kopf. Daran reicht Deutschland bei weitem nicht heran, aber auch wir befinden uns in aufsteigender Linie und haben noch ein weites Feld vor uns. Unsere Werke brauchen Erweiterungen und diese sind kostspielig bei den heutigen hohen Bau- und Zinssätzen. Außerdem ist der Spitzenbetrieb der Wärmekraftwerke teuer; die Gründe sind dafür die ungünstige Wärmekraftausnützung, daraus folgend, daß die Kessel 24 Stunden unter Dampf gehalten werden müssen für wenige Betriebsstunden. Auch die Personalkosten sind bedeutend. Das gibt hohe Einheitskosten der Wärmespitzenkraft. Die Ueberlandzentralen suchen daher heute nach Wasserspitzenkraft. Ich habe für die Bode-Talsperren (Harz) kürzlich entsprechende Untersuchungen angestellt auf der Grundlage der Wärmekraftwirtschaft im mitteldeutschen Braunkohlengebiet. Die Ausbaukosten wurden dabei auf 300 bis 375 M. für 1 kW Ausbauleistung, der Kohlenverbrauch zu 1,5 kg für 1 kWh bei Spitzenbetrieb und die Kosten des Brennstoffs zu 20 M. für 1 t (Braunkohle) angenommen. Die Kosten der Wärmespitzenkraft ergaben sich hierbei für 1000 Betriebsstunden im Jahre zu 7,5 Pfg. für 1 kWh und bei 3000 Betriebsstunden zu 4,5 Pfg. für 1 kWh. Bei dieser Betriebsweise ist die Wasserkraft durchaus wettbewerbsfähig mit der Wärmekraft.

Ein neues Mittel ist die Pumpenspeicherung, dessen wirtschaftliche Auswirkungen noch gar nicht zu übersehen sind. Die Anfänge gehen bis auf das letzte Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts in kleinen Anlagen zurück. Wie geschieht die Pumpenspeicherung? Voraussetzung ist eine entsprechende Oertlichkeit, es muß z. B. ein großes Hauptbecken mit hohem Gefälle vorhanden sein, unterhalb dessen ein kleines Ausgleichsbecken liegt, wie sich dieses für den Ausgleich der aus den Turbinen großer Kraftzentralen herausströmenden Wassermassen nach dem Bedarf etwa unterhalb gelegener kleiner Triebwerke von selbst ergibt. Eine weitere betriebliche Bedingung ist das Vorhandensein ungenutzter Wassernachtkraft oder eines billigen Wärmenachtstromes, wie er in den Ueberlandzentralen meist zur Verfügung steht. Der Betrieb gestaltet sich so, daß diese billige Kraft Pumpen treibt, und diese heben das Wasser aus dem kleinen in das große Becken, aus dessen Vorrat in Hochdruckturbinen die Kraft am Tage zurückgewonnen wird. Es besteht hier ein Kreislauf im Kleinen, wie ihn die Natur im Großen macht, indem die Niederschläge aus den Wolken in die Berge und die Täler fallen, in den Flüssen zum Meere abströmen und von hier durch Verdunstung wieder in die Wolken steigen. Den Wirkungsgrad der Pumpenspeicherung kann man zu 50—60% annehmen. Beim Schluchseewerk sollen auf diese Weise 170 Millionen kWh Abfallkraft in 100 Millionen kWh Tagesenergie umgewandelt werden. Man kann also einen geringwertigen Nachtstrom von 1—1¼ Pfg. in hochwertige Tagesspitzenkraft von 6—8 Pfg. für 1 kWh umsetzen. Das ist eine Steigerung von etwa 1 : 6, und das scheint mir ein gutes Geschäft zu sein. Diese Betrachtung zeigt die große wirtschaftliche Bedeutung solcher Kraftumsetzung. Leistung und Ausbau der Pumpenspeicherung hängt somit nicht vom Wasservorrat, sondern vom Bedarf und billigen Nachtstrom ab. Wir haben ausgeführte Anlagen dieser Art großen Maßstabes an der Schwarzenbachtalsperre, am Wäggitalwerk in der Schweiz (Saisonspeicher) und anderwärts. Geplant ist die Pumpenspeicherung für das Eifel-Kraftwerk an der Our, und ich habe sie für den Betrieb der Bode-Talsperren in Vorschlag gebracht.

Wir erkennen als Schlußergebnis dieser Ueberlegungen, daß kein Grund zum Pessimismus vorhanden ist. Die Wasserkraft hat in Laufwerken heute zwar einen schwierigen Stand gegenüber der Wärmekraft. Sie ist aber sehr günstig gestellt bei Deckung von Spitzenleistungen, wo sie billiger erzeugt werden kann trotz den nicht unerheblichen Kosten der Speicherung. Das ist neben der Verteilung der Kosten auf viele tragfähige Schultern das Kennzeichnende der gegenwärtigen Energiewirtschaft: die Gewinnung von Speicherkraft, im Falle verbunden mit Pumpenspeicherung. Und dafür sind in unseren Gebirgstälern günstige örtliche und hydraulische Vorbedingungen vorhanden, und das deutet auf die Notwendigkeit des weiteren Ausbaues von Talsperren und Seeregelungen hin.

Digitized by Google

Herr Ingenieur C. Reindl, München:

Herr Prof. Mattern wies auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftgewinnung an Wasserstraßen hin. Bei Niedergefälle-Anlagen betragen die Kraftwerkskosten nur 10 bis 20% der Gesamtkosten einer unabhängigen Wasserkraftanlage; wenn man also von den bei Kraft- und Schiffahrtsanlagen eingesparten 80—90% für die — ja schon vorhandene — Wasserfassung und Zuleitung sogar noch die Hälfte zu Lasten der Kraftanlage rechnet, betragen deren Kosten immer erst wenig mehr als die Hälfte einer unabhängigen Kraftanlage, ebnso auch die Stromkosten. Die Rentabilität unter solchen Verhältnissen muß wohl als sicher gelten!

Vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus ist nicht zu übersehen, daß das Hauptgebiet der vereinigten Kraft- und Schiffahrtsanlagen, Main- und Main-Weser-Verbindung, die Großwasserkrafterzeugung, die bisher hauptsächlich auf die Südgrenze des Reiches beschränkt war, um etwa 200—250 km nach Norden hinauf vortreibt, also Konsum- und Erzeugungsgebiet um 200—250 km einander nähert und die Uebertragungskosten für diese Entfernung spart, die an den Wasserstraßen gewonnene Arbeit also nochmals um einen entsprechenden Betrag verbilligt.

In den auch die Tagespresse viel beschäftigenden Erörterungen über Wasser und Kohle wird von den Verfechtern der Kohlenwirtschaft häufig gerechnet, daß der Wärmeverbrauch auf die Hälfte der Vorkriegszahlen gesenkt worden sei; ein Gegenposten für die Verteuerung der Wärmekraftanlagen durch deren Ausbau mit Hochdruckkesseln, höchster Ueberhitzung und allen sonstigen Schikanen der Wärmewirtschaft, welche die Bau- und Instandhaltungskosten erhöhen, wird aber meist nicht eingeführt. So ergibt sich dann ein einseitiges Vergleichsbild. — Leider verbreitet die Tagespresse häufig kritiklos einseitige Stellungnahmen, die mit solchen Fehlern behaftet sind, und verwirrt die nicht sachverständige Oeffentlichkeit zuungunsten der Wasserkraftnutzung. Ein Beispiel: es wird verbreitet, daß die größte zurzeit im Bau befindliche Dampfkraftanlage von 200000 kVA Leistung nur 250 m² Grundfläche brauche, also einen verschwindenden Teil gegenüber unseren Wasserkraftanlagen, die noch dazu weniger leisteten. Die Oeffentlichkeit muß daraus schließen, daß es auch bezüglich der Kosten ähnlich sei; sie merkt aber nicht, daß dort nur die Grundfläche des Maschinensatzes angegeben ist und von der ganzen Kesselanlage, Kohlenstapel-, Verlade- und Aufbereitungsanlagen mit dem Vielfachen des Raum- und Kostenaufwandes geschwiegen wird.

Es wäre außerordentlich wichtig, wenn die breite Oeffentlichkeit durch die Presse stets richtig und sachlich aufgeklärt würde, damit wir dem Ziel, die Wasserkraft dem Verbrauchsgebiet entgegen weiter nach Norden zu rücken in Anlehnung an die Wasserstraßen, möglichst bald näherkommen.

Herr Direktor Henftling, München, führte etwa folgendes aus:

Die Frage, ob Wasserkräfte noch ausgebaut werden sollen, nachdem in jüngster Vergangenheit bei den Dampfkraftwerken große Verbesserungen in der Wärmewirtschaft erzielt wurden, ist in letzter Zeit Gegenstand lebhafter Erörterungen der Tagespresse gewesen. Tatsache ist, daß die Erbauer von neuen Dampfkraftwerken damit rechnen, den Strom ab Werk zum gleichen Preis liefern zu können, wie in der Vorkriegszeit. Demgegenüber wirkt sich bei neuen Wasserkraftanlagen die Belastung durch die erhöhten Baukosten und durch den höheren Geldzinssatz sehr stark aus, weil bei Wasserkräften der Kapitaldienst ausschlaggebend ins Gewicht fällt. Selbst wenn bei Wasserkraftanlagen in der ersten Betriebsperiode die Stromgestehungskosten ebenso hoch oder sogar etwas höher sind wie bei den Dampfanlagen, so kann eine solche Berechnung nicht entscheidend sein für die Frage, ob man Wasserkräfte bauen soll oder nicht. Es ist bekannt, daß Dampfkraftwerke eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer haben, nach 10—12 Jahren werden sie meist infolge technischer Fortschritte als überaltet angesehen oder sie werden wegen ungenügender Größe durch neue Werke ersetzt. Unter Einrechnung der Kapitaldienst- und Erneuerungsaufwendungen erfahren deshalb die Erzeugungskosten bei Dampfkraftanlagen im Laufe der Zeit keine ausschlaggebende Verbilligung. Anders liegen die Verhältnisse bei Wasserkraftwerken. Hier ist eine technische Ueberalterung nicht zu befürchten, da die Wirkungsgrade der Turbinen und Generatoren jetzt bereits so gut sind, daß wesentliche Verbesserungen nicht mehr möglich erscheinen. Die Größe der einzelnen gut ausgeführten Wasserkraftanlagen kann sich nicht ändern, da sie durch die Wasserführung des Flusses ein für allemal gegeben ist. Die Lebensdauer der Wasserkraftanlagen ist praktisch kaum begrenzt, denn die schwächsten Teile halten mindestens 30 Jahre, bei den Bauteilen, deren Kosten die Hauptsache ausmachen, kann man mit mindestens 75—100 Jahren rechnen. Wasserkraftanlagen stellen förmlich Ewigkeitswerte dar und das muß man beim Rentabilitätsvergleich berücksichtigen. Nach 25 bis 30 Jahren sind unter den jetzigen Anleihebedingungen die für die Wasserkräfte aufgewendeten Kapitalien getilgt. Nach dieser Zeit fallen nur noch die sehr geringen direkten Betriebsausgaben an, es tritt also im Gegensatz zu den Dampfanlagen eine wesentliche Verbilligung der Erzeugungskosten ein. Führt man den Vergleich der Stromerzeugungskosten von Wärmekraft und Wasserkraft durch, so darf man nicht, wie das häufig geschieht, mit kurzen Zeiträumen rechnen. Selbst wenn sich in den ersten Jahren kein Vorteil gegenüber den Dampferzeugungskosten ergibt, nach 10 bis 20 Jahren stellt sich ein solcher unbedingt ein und für die noch spätere Zeit trägt die Wasserkraft unter allen Umständen den Sieg davon. Ferner muß bei dieser Frage berücksichtigt werden, daß Wärmekraftanlagen durch den Verbrauch von Brennstoff von dem seit Urzeiten aufgespeicherten Volksvermögen zehren, daß aber Wasserkraftanlagen laufend dargebotene, sich stets erneuernde Energie ausnützen. Die große Bedeutung dieses Gesichtspunktes wird erst so recht klar, wenn man an die rasche Erschöpfbarkeit unserer Braunkohlenlager denkt; aber auch die Steinkohlenvorräte sind keineswegs unerschöpflich.

Der von den Herren Vorrednern behandelten Frage der hydraulischen Speicheranlagen kommt zweifellos eine große Bedeutung zu. Leider sind die örtlichen Verhältnisse hierfür nicht immer so günstig, daß deren Errichtung mit wirtschaftlich erträglichen Kosten möglich ist. Für die dann notwendigen Wärme-Spitzenkraftwerke kommen nicht allein Dampfkraftwerke in Betracht, da diese keine Momentanreserve darstellen und bei verhältnismäßig kurzzeitiger Ausnützung einen großen Brennstoffverbrauch sowie hohe Bedienungskosten für den Bereitschaftsdienst verursachen. Für solche Zwecke werden Dieselmotoranlagen noch eine große Rolle spielen. Bei großen Diesel-Einheiten kostet das Werk nicht wesentlich mehr als eine Dampfanlage, aber die Motoren können rasch mit voller Leistung eingesetzt werden, haben jetzt innerhalb weiterer Belastungsgrenzen einen günstigen Brennstoffverbrauch und verursachen nur geringe Ausgaben für den Bereitschaftsdienst.

Bei allen Debatten über Wärmekraft- und Wasserkraftanlagen ist nicht zu vergessen, daß in Deutschland stets beide Arten der Krafterzeugung notwendig sein werden. Zu einem Kampf liegt keine innere Veranlassung vor und ein Streit in Tageszeitungen wird nur beiden Teilen schaden. Wasserkraft-

Digitized by Google

anlagen soll man überall dort ausbauen, wo dies mit wirtschaftlich erträglichen Kosten möglich ist und bei der Beurteilung der Projekte soll man nicht vergessen, daß der Bau von Wasserkraftwerken stets eine Maßnahme auf weite Sicht ist und eine Vorsorge für die Zukunft darstellt.

Herr Ministerialrat Krieger, München, führte etwa folgendes aus:

Das Flaumachen gegen den Ausbau von Wasserkräften ist keineswegs eine Erscheinung von heute und gestern. Ich erinnere nur daran, daß selbst der Ausbau der besten Wasserkraft Deutschlands, das Walchenseewerk, mit dem Hinweis, seine Wirtschaftlichkeit wäre im Wettbewerb mit Dampfkraftwerken unsicher, vom Jahre 1907 bis 1919 verzögert wurde. Wenn auch heute noch der Schein dafür spricht, daß Wärmekraft billiger sei als Wasserkraft, so braucht man deswegen für die Zukunft des Ausbaues von Wasserkräften nicht in Sorge zu sein. Allgemeine Regeln für die Wirtschaftlichkeit des Wasserkraftausbaues lassen sich jetzt ebenso wenig aufstellen als früher; man wird in jedem einzelnen Falle, in dem die Frage der Erbauung eines neuen Kraftwerkes praktisch wird und man einen Vergleich zwischen Wasserkraft und Wärmekraft ziehen will, entscheiden müssen, zu welchem Ausbau man sich entschließt. Auch unter den derzeitig wesentlich gesteigerten Ausbaukosten für Wasserkräfte und wesentlich verminderten Herstellungs- und Betriebskosten für Dampfkraftwerke gibt es in Deutschland noch immer Waserkräfte, die jeden Wettbewerb mit der Dampfkraft aufnehmen können. Im südlichen Baden harren noch Einzelgefälle von 600—700 m der Auswertung und auch die ergiebigsten und billigsten Wasserkräfte Deutschlands, die des unteren Inns, liegen noch brach.

Herr Professor Mattern wies mit Recht darauf hin, daß es in Zukunft mehr als bisher vermieden werden müsse, den Wasserkraftausbau unnötig zu verteuern. Dieser wurde oft mit kostspieligen Nebenauflagen belastet zum Nachteil seiner Wettbewerbsfähigkeit. Man kann im allgemeinen ruhig behaupten, daß die Wasserkraftanlagen der Landeskultur mehr Vorteile als Schaden bringen. Zugunsten der Landeskultur belastende Auflagen sollten daher den Werken ferngehalten werden.

Ich hoffe nur, daß Herr Professor Mattern in seinen Bestrebungen zur Entlastung des Wasserkraftausbaues die nötige Unterstützung und den wünschenswerten Erfolg findet.

Herr Geheimrat Reichel, Charlottenburg, führte folgendes aus:

Was meine Vorredner betont haben, möchte ich nochmals unterstreichen. Wenn man die Kosten der Dampf- und Wasserkraftanlagen vergleichen will, ist bei allen Wasserkraftanlagen nur eine relative Beurteilung möglich; Dampfkraftanlagen sind in kurzer Zeit veraltet, bei Wasserkraftanlagen kann man mit einer viel längeren Dauer rechnen.

Man hat es lebhaft bedauert, daß man vor dem Kriege nicht mehr Wasserkraftanlagen ausgebaut hat, da die Kohlenpreise sich nachher sehr erhöht haben. Man wird auch weiterhin Wasserkraftanlagen ausbauen können. Die Rentabilität und Wirtschaftlichkeit äußert sich nicht in einer kurzen Spanne Zeit, sondern, wie schon gesagt, erst in Jahren. Es wird in der Zeit, wo die Wasserkräfte weiter ausgebaut werden, immer wieder vorkommen, daß die Dampfkraftanlagen ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen sind, da beim Kohlenpreis immer mit der Konjunktur zu rechnen ist. Das fällt bei Wasserkraftanlagen fort. Wir dürfen uns nicht irre machen lassen, wenn auch augenblicklich die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen bezweifelt wird und deren Ausbau nicht so günstig erscheint. Es wird eine Zeit kommen, in der der Ausbau wieder wesentlich günstiger beurteilt werden wird. (W. 913.)

Persönliches.

Die Regierung von Bayern hat den Herren

Dipl.-Ing. F. Langlotz, Direktor der Isarwerke A.-G., München,

Dipl.-Ing. A. Menge, Direktor der Bayernwerk A.-G., München,

Dipl.-Ing. A. Schönberg, Vorstand des Ingenieurbüros Dr. O. v. Miller, München,

den Titel Landesbaurat verliehen. (W. 932.)

Dem Direktor des Ruhrtalsperrenvereins in Essen, Herrn Beigeordneten a. D. W. Selbach,

ist wegen seiner Verdienste um die Entwicklung des westfälischen, rheinischen und preußischen Wasserrechtes und um die rechtliche Organisation der großen westfälischen und rheinischen wasserwirtschaftlichen Verbände durch Beschluß der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät bei der Universität Münster die Würde eines Ehrendoktors der Rechtswissenschaften (Dr. jur. h. c.) verliehen worden. Herr Selbach war von 1898 bis Ende 1901 Gerichtsassessor und Hilfsrichter in Oberhausen, von 1901 bis 1908 Beigeordneter der Stadt Essen. Seitdem ist er Direktor des Ruhrtalsperrenvereins und gleichzeitig Rechtsberater der Emschergenossenschaft, des Ruhrverbandes, der Linksrheinischen Entwässerungsgenossenschaft und der Seseckegenossenschaft.

Auch dem engeren Vorstande des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes gehört Herr Selbach seit langen Jahren an.

An dem Zustandekommen des Preußischen Wassergesetzes und der für die genannten Körperschaften des öffentlichen Rechts erlassenen Sondergesetze hat er erfolgreich mitgewirkt. Die rechtliche Ausführung der Gesetze, die Schaffung der in diesen vorgesehenen Satzungen und das gute Einvernehmen der Körperschaften mit den Staatsbehörden ist in erheblichem Maße seiner Tätigkeit zu verdanken. (W. 930.)

Li.

Rundschau

Wasserkraftmaschinen.

Selbstregulierende Turbinen.[1])

Die Konstruktion der schon früher erwähnten selbstregulierenden Francis-Turbinen Bauart Crocet-Fourneyron ist in für unmittelbare Kupplung war auch auf der Baseler Ausstellung zu sehen. Während bei der früheren Bauart die ganze Turbinenwelle durch das Zentrifugalpendel axial verschoben wurde, was bei direkter Kupplung konstruktive Umständlichkeiten verursacht hätte, wird nunmehr nach Abb. 1 nur der

1) Vgl. „Die Wasserkraft", 1924, Heft 14, Seite 241

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern. (Fortsetzung)

Mitteilung Nr. 8 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Septbr. 1926 — 30. Novbr. 1926.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
117	**Kleine Paar** Dicht unterhalb der Straßenbrücke im Zuge der Staatsstraße Donauwörth-Neuburg zwisch. den Ortschaften Staudheim und Burgheim	Donau	Grasmühle bei Burgheim	Bez.-A Neuburg a/D Reg.-Bez. Schwaben	Max Wernhard in Grasmühle, Gemeinde Burgheim	0,60	1,25	8	6	Laufwerk Franciseinradturbine	Mahlmühle	Umbau Auswechslung eines unterschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine
118	**Gaißa** 0,770 bis 0,860 km unterhalb der Einmündung der kleinen Ohe	Donau	Elektrizitätswerk Aicha	Bez.-A. Vilshofen Reg.-Bez Niederbayern	Sebastian Königbauer in Aicha	1,25	1,40	14	11	Laufwerk Mittelschlächtiges Wasserrad	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Wehrumbau mit Stauerhöhung
119	**Hengersberger Ohe** 0,660 km oberhalb bis zur Einmündung des Ranbaches	Donau	Elektrizitätswerk Nabin	Bez.-A. Deggendorf Reg.-Bez. Niederbayern	Elektrizitätsgenossenschaft Gratterstorf-Euschertsfurt u. Umgebung e. G. m. b. H.	0333	31,45	107	87	Laufwerk Einradturbine mit liegender Welle	Allgemeine Elektrizitäts versorgung	Neubau Bereits begonnen
120	**Wolfach** 1 km oberh d. Mündung	Donau	Blümelmühle bei Vilshofen	Bez.-A. Vilshofen Reg.-Bez. Niederbayern	Karl Pfeffer in Blümelmühle	1,46	3,00	46	25	Laufwerk Francis-Zwillingsturbine	Sägewerk	Umbau Bereits im Gange
121	**Kössnach** Ortsgebiet Kössnach	Donau	Kössnacher Mühle	Bez.-A. Straubing Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Wild in Kössnach	0,435	2,60	11	9	Laufwerk Turbine, W. Rd.	Mahlmühle	Umbau Bereits im Gange Einbau einer Hochwasserturbine zum bestehenden Wasserrad, welches bei Nieder- und Mittelwasserführung in Betrieb ist. Leistung der Wasserradanlage $\frac{7\ PS_a}{5\ PS_m}$
122	**Main** Zwischen Klingenberg und Kleinwallstadt	Rhein	Staustufe Kleinwallstadt	Bez.-A. Obernburg Reg.-Bez. Unterfranken	Rhein-Main-Donau A.-G.	165,00	3,35	5800	3800	Laufwerk 3 Kaplanturbinen	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Neubau
123	**Winterbach** Ortsgebiet Oberwinterbach	Rhein, Main, Regnitz, Aisch, Kleine Weisach	Triebwerk in Oberwinterbach	Bez.-A. Höchstadt a/Ai. Reg.-Bez. Oberfranken	Johann Kugler in Oberwinterbach	0,053	5,50	3	2	Laufwerk Francisspiralturbine	Landwirtschaftliche Eigenversorgung	Neubau Genehmigungsbescheid bereits erlassen
124	**Glan** Ortsgebiet Odernheim	Rhein, Nahe	Bann- oder Obermühle in Odernheim	Bez.-A. Rockenhausen Reg.-Bez. Pfalz	C. Lettbach in Odernheim	5,55	1,95	108	78	Laufwerk 2 Turbinen	Mahlmühle und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Vertiefung des Unterwasserkanals Bisherige Leistung $\frac{83\ PS_a}{60\ PS_m}$ Genehmigungsbescheid bereits erlassen.

(W 903.)

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 1 u. Nr. 83 wurden in Betrieb genommen.

Digitized by Google

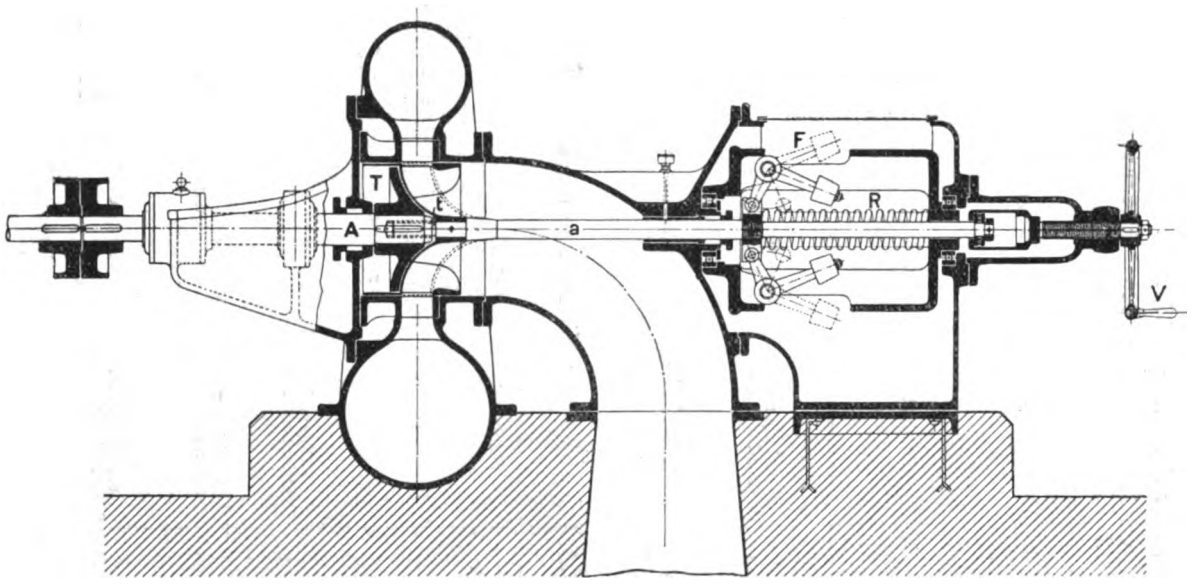


Abb. 1. Selbstregulierende Spiralturbine.

der Zwischenzeit weiter entwickelt worden, eine Ausführung Spaltschieber T axial verschoben dadurch, daß derselbe unabhängig vom Laufrad auf einem dem Laufradboden sich anschmiegenden blinden Boden sitzt, welcher allerdings Aussparungen für die Laufradschaufeln haben muß und in der Abbildung in Schlußstellung gestrichelt gezeichnet, auf der Hilfswelle a aufgesetzt, sichtbar ist. Die Hilfswelle a wird einerseits durch einen Zapfen A längsverschieblich in der axial feststehenden Laufradwelle A geführt und trägt am anderen Ende in früher beschriebener Weise das Zentrifugalpendel F, welches entgegen den Federn R bei Erhöhung der Drehzahl die Welle und damit den Spaltschieber T nach rechts zieht und die Turbine schließt. Die Handregulierung ist durch das Handrad V und Kugeldrucklager zum Herausziehen der Hilfswelle zu betätigen und kann auch als Oeffnungsbegrenzung dienen. Die Drehpunkte der Pendelhebel F sitzen fest auf einer Manschette, welche mit der Hilfswelle a und dem Laufrad umläuft, dagegen durch Kugeldrucklager axial am Krümmer gehalten wird. Die Mitnahme der Hilfswelle a und des Pendels erfolgt durch Nut und Keil auf dem Führungszapfen t in der Bohrung der Turbinenwelle A. Diese Konstruktion erscheint für kleinere Leistungen, soweit durch Gelegenheit zur Speicherung Wasser gespart werden muß oder ein gleichbleibender Abfluß nicht aus Gründen der Unterlieger erforderlich ist[2]) bemerkenswert neben der für höhere Gefälle und Freistrahlturbinen von Verkstaden, Kristinehamn gebauten direkt regulierenden Ablenkerkonstruktion von Pitmann.[3])

(W. 853.)

Wasserkraftanlagen.

Ein neues Donaugroßkraftwerk bei Wien. Bei den österreichischen Behörden wird gegenwärtig das Genehmigungsgesuch eines Donaugroßkraftwerkes bearbeitet, das voraussichtlich bereits im Frühjahr 1927 ausgeführt werden soll. Die neue Anlage wird einen bei Korneuburg abzweigenden 38 km langen Kanal haben, der bei Schönau wieder in die Donau auslaufen wird. Der Kanal, der 65 m geringste Sohlenbreite bei 100 m Normalbreite aufweist und sich am linken Ufer erstreckt, wird bei Korneuburg einen offenen Einlauf erhalten. Bei seiner Erbauung sollte der alte Donaulauf vor seinem vor rund 30 Jahren erfolgten Durchstich weitestgehend sowie die alten sogenannten Donauarme benutzt werden. Zur Absperrung gegen den Strom dient eine 3 km vom Einlauf entfernte Schleusenanlage.

Der Kanal, der zwei Staustufen erhalten soll, wird ein Gesamtgefälle von 14 m aufweisen. Ein Krafthaus wird in Floridsdorf bei Wien, ein zweites in Schönau erbaut werden. Da kein Wehr vorgesehen ist, wird sich bei der Oberstufe der Einlaufwasserstand mit dem Wasserspiegel decken. Bei der zweiten Stufe hingegen wird der Unterwasserspiegel mit dem Donaustand schwanken, während er in der mittleren Haltung unveränderlich ist. Die verfügbare Mindestwassermenge wird ganzjährig gleichbleibend 360 m³/s betragen. Man rechnet mit einer jährlichen Energieausbeute von 300 Mio kWh. Einschließlich der Aushilfen werden in den Krafthäusern Kaplanturbinen von insgesamt 130 000 PS mit je 150 m³/s Schluckfähigkeit aufgestellt werden. Hierdurch wird auch die Erzeugung zeitweise auftretender Spitzenleistungen ermöglicht. Der Entwurf ist von dem früheren Direktor der Wasserkraftwerke A.-G. (WAG.) Ministerialrat Ing. M. Pernt, zusammen mit der Baufirma Redlich & Berger ausgearbeitet (VDI.) (W. 877.) (Kr.)

Baubeginn der Connowingo-Anlage. Nachdem die Federal Power Commission den Finanzierungsplan der Philadelphia Electric Comp. für ihre neue Wasserkraftanlage am Susquehanna River unterhalb Connowingo gutgeheißen hat, ist mit dem Bau begonnen worden. Die Kosten der Anlage werden auf 52 Millionen $ geschätzt. Damit der Philadelphia Electric Comp. die Kontrolle über die neue Gesellschaft nicht verloren geht, ist ihr erlaubt worden, die gesamten common shares in ihrem Besitz zu behalten. Es wird lediglich ein Betrag von etwa ein Drittel der common shares als prefered shares ausgegeben. („Power" Band 63, Nr. 10.) (W. 878.)

Literatur

Zeitschriftenschau

siehe rückwärtiger Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Invention de la turbine. Historique suivi d'une Note sur un Régulateur à Mouvement Louvoyant. Par Marcel Crocet-Fourneyron, Ingénieur des Arts et Manufactures. 55 Seiten mit 32 Abbildungen. — Paris et Liège, Librairie Polytechnique Ch. Béranger. Preis Frs. 16,80.

[2]) In jenen Fällen, wo es auf Wassersparen nicht ankommt, ist die in dieser Zeitschrift 1926, Heft 7, Seite 72, beschriebene Konstruktion mit unregulierbarer Turbine das einfachste.

[3]) Diese Zeitschrift 1926, Heft 7, Seite 75.

Digitized by Google

Die vorliegende, mit dem Prix Fourneyron 1924 ausgezeichnete Arbeit eines Großneffen des Erbauers der bekannten ersten Hochdruckturbinen ist ein dankenswerter und beachtenswerter Streifzug in die Geschichte der Technik, und wenn er auch hauptsächlich den Anteil französischer Techniker an der Entwicklung der Wasserturbinen in Theorie und Praxis schildert und Bennoit-Fourneyron (1802—1867) in den Vordergrund stellt, gibt er doch einen wohl ziemlich lückenlosen Einblick in die ganze Entwicklung von Ktesibus, dem Lehrer Herons von Alexandrien, und seiner technisch-schriftstellerischen Gemahlin Thais über das Mittelalter (die interessanten propellerturbinenähnlich eingebauten leitradlosen Reaktionsräder von Belidor 1700) und Eulers Verdienste um die Entwicklung der Theorie der Reaktionsturbinen in vollem Umfang anerkennend zu den Vorstufen der Turbinen zu Anfang des 19. Jahrhunderts, wo Navier die Evolventenschaufel einführt und Burdin 1828 wieder auf das Eulersche Rad zurückkommt. Fourneyrons Leben und die Entwicklung seiner Turbinen wird eingehend geschildert von der ersten Ausführung mit 6 PS im Jahre 1827 an, wo als merkwürdiges Zusammentreffen die erste Turbine mit dem ersten Pronyschen Zaum gebremst wird; wir erfahren, daß auch das Spiralsaugrohr einem Patent von 1855 Fourneyrons in seinen Grundzügen entstammt.

Anhangsweise ist die direkte Regulierung mit axial verschieblichem Laufrad von Spiralturbinen und deren Entwicklung näher beschrieben, wie sie in dieser Zeitschrift 1924, Seite 264, und später schon Erwähnung fand.

Wenn einmal die Geschichte der Wasserkraftmaschinen speziell geschrieben wird, mag sie vielleicht interessante Einzelheiten aus dieser Schrift entnehmen. (W. 912.) Ing. C. Reindl.

Eingegangene Bücher.

Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes. Gesichtspunkte für die Berechnung, praktische Beispiele und Erddrucktabellen. Von Dr.-Ing. e. h. H. Krey, Oberregierungs- u. Baurat. 296 Seiten mit 208 Abb. 3. umgearbeitete und erweiterte Auflage. — Berlin 1926, Wilh. Ernst & Sohn. — Preis geh. M. 21.60, geb. M. 23.40.

Pompe centrifughe. — Teoria, Tipi veloci ed ultraveloci, Curve caratteristiche e loro tracciamento, Aspirabilità, Construzione, Comando, Regolazione, Installazioni ed impianti, Collando e misure di controllo. — Von Ing. Prof. Mario Medici, Neapel. (Manuali Hoepli). — 585 S. mit 295 Abbildungen. — Mailand 1927, Ulrico Hoepli, Editore libraio della Real Casa.

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, 1926. — 229 S. mit 32 Abb. — Berlin 1926, V. d. I.-Verlag. Preis geb. M. 10.—.

Das preußische Wassergesetz vom 7. April 1913. Kommentar unter eingehender Berücksichtigung der regierungsseitigen Begründung des Gesetzentwurfes sowie der Entscheidungen des Reichsgerichts usw. Von Arthur Born. Berlin 1926, Verlag von Franz Vahlen. — 436 Seiten. — Preis geh. M. 17.—, geb. M. 19.—.

Statistica delle grandi utilizzazioni idrauliche per forza motrice (impianti in funzione e in costruzione). Publ. n 10 del Servizio Idrografico. Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore. — 255 S. Rom, 1926, Tipografia del Senato.

Zusammenfassung der Statistik von Prof. Marchi; Tabellen der im Betrieb befindlichen und der im Bau befindlichen Anlagen; Zusammenfassende Uebersichten; Alphabetisches Verzeichnis der Werke. Bei den Werken ist u. a. auch angegeben: Flußgebiet, Gefälle, Wassermenge, Leistung, Speicherinhalt in m^3, Zahl und Leistung der Generatoren, Stromart und Frequenz.

La produzione di energia elettrica in Italia nel 1925. Notizie statistiche raccolte dalla Segreteria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Publ. n 11 del Servizio. — 70 S. mit 14 statistischen Abbildungen. — Rom 1926, Tipografia del Senato. — (W. 902.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 23. 2. 1927.

27c, 12. M. 86 892. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G., Nürnberg. Kreiselverdichter. 27. 10. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 28. 2. 1927.

59b, 2. A. 41 779. Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Wellenstopfbüchse für Kühlwasserpumpen von Kondensationsanlagen. 12. 3. 24.

84a, 3. B. 106 515. Dipl.-Ing. Adolf Beutel, Neckargemünd. Walzenwehr. 21. 9. 22.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Die Vertretung vor den preußischen Verwaltungsgerichten.

Die preußische Gesetzsammlung veröffentlichte in ihrer Nr. 21 vom 29. Mai v. J. ein Gesetz über die Vertretung vor den Verwaltungsgerichten. Das Gesetz verleiht Personen, welche die Befähigung zum preußischen höheren Verwaltungsdienst oder zum Richteramt erlangt haben, danach zwei Jahre in der Verwaltung des preußischen Staates, preußischer Gemeinden oder Gemeindeverbände oder in einer Kirchenverwaltung oder als preußischer Verwaltungsrichter tätig gewesen sind, ein Anrecht vor den Verwaltungsgerichten erster wie zweiter Instanz, also in Sonderheit auch vor dem Oberverwaltungsgericht, die Parteien berufsmäßig zu vertreten. Die Zuzulassenden müssen sich bei dem Oberverwaltungsgericht in eine besondere Liste eintragen lassen und sind einer

Digitized by Google

gesetzlich geordneten Aufsicht unterworfen; ihnen wird die Amtsbezeichnung „Verwaltungsrechtsrat" beigelegt. Bei seinem Vorgehen hat sich der Gesetzgeber von dem Bestreben leiten lassen, Beamten, welche Befähigung und Neigung für die fesselnden Fragen aus dem Gebiet des Verwaltungsrechts besitzen, ihre Befriedigung aber nicht hinlänglich bei der Betätigung in den laufend vorkommenden Geschäften finden, einen anderen Lebenslauf zu eröffnen. Anderseits wird offensichtlich von der Gewinnung der neuen Kräfte eine ersprießliche Rückwirkung auf die Verwaltungsrechtsprechung erwartet. Daneben dürfte mit daran gedacht sein, den infolge der nunmehrigen Bestimmungen über die Altersgrenze aus dem Staatsdienste ausgeschiedenen, aber unverändert arbeitsfreudigen Beamten Gelegenheit zu bieten, sich weiterhin zu betätigen. Die Wirkung des neuen Gesetzes bleibt abzuwarten. In Kreisen der amtlich zugelassenen oder angestellten Rechtsanwälte ist die Schöpfung gleichwohl von dem Tage des ersten Erscheinens des Entwurfs ab auf zum Teil recht lebhaften Widerspruch gestoßen. Die Stellungnahme überrascht im Hinblick darauf, daß erfahrungsgemäß Rechtsanwälte nur in beschränktem Umfang und selbst dann noch seltener in Angelegenheiten von hervorragender administrativer Wichtigkeit vor den Verwaltungsgerichten aufzutreten pflegen. Die Erscheinung wird kaum von einer Seite bestritten werden, findet aber auch eine naturgmäße Erklärung in der Ausdehnung, welche das öffentliche Recht auf dem ihm eigenen, weit verzweigten Gebiet im modernen Staat erfährt, während gleichzeitig die ordentliche Gerichtsbarkeit die an ihr beteiligten Kräfte gleichfalls mehr und mehr vollauf in Anspruch nimmt. Neuerdings droht die ablehnende Haltung auf nicht juristische Fachleute überzugreifen, welche es im Interesse der Sache in geeigneten Fällen nicht für ausreichend halten, wenn sie auf gerichtliches Erfordern ein Gutachten erstatten, vielmehr den Parteien als deren Bevollmächtigte, durch Ausarbeitung von Schriftsätzen und in der mündlichen Verhandlung zur Seite stehen. Es liegt nicht der geringste Grund für die Annahme vor, daß die seither geschätzten Mitarbeiter durch die neuerdings hinzugetretenen Verwaltungsrechtsräte abgedrängt werden könnten. Vollends darf es aus der Erörterung ausscheiden, daß ein Verwaltungsgericht hier unter den obwaltenden Umständen von der ihm an und für sich zustehenden Möglichkeit Gebrauch machen sollte, Vertreter zurückzuweisen, welche, ohne Rechtsanwälte zu sein, auftreten. Im Laufe der Jahre sind seither Beschwerden in dieser Hinsicht nicht laut geworden. Sie werden in Zukunft ebenfalls ausbleiben. Niemand wird sich überhaupt dem uneingeschränkt anerkannten Werte zu verschließen vermögen, den es für die praktische Rechtsfindung auf dem Gebiete der Verwaltung besitzt, wenn bei Angelegenheiten von vorwiegend wirtschaftlicher oder technischer Natur zu deren Klärung Seiten mitwirken, die nach ihren Kenntnissen und Erfahrungen fachlich hierzu berufen erscheinen.

(W. 929.) W. K.

Der Oderwasserstraßenbeirat

tagte am 3. und 4. Dezember in Stettin. Im Brennpunkt der Verhandlungen stand die Frage der Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse bei Glogau. Hierbei wurde über die von der Wasserstraßenabteilung des Reichsverkehrsministeriums in dieser Angelegenheit angefertigte Denkschrift berichtet.

Es handelt sich um vier Projekte, die von der Oderstrombauverwaltung ausgearbeitet worden sind. Als zweckmäßig werden nur Projekt 3 und 4 erachtet. Projekt 3 sieht umfangreiche Umbauten an der jetzigen Schiffahrtsoder bei Glogau vor, so daß zukünftig auf dieser Strecke gleichzeitig Berg- und Talverkehr ermöglicht wird (Kosten etwa 2,7 Millionen Mark). Bei Projekt 4 handelt es sich um ein besonders großzügiges, nämlich um die Verlegung der jetzigen Oderwasserstraße bei Glogau in den Altarm (Kosten etwa 10 Millionen Mark).

Die Reichswasserstraßenverwaltung legte deshalb auf die Stellungnahme des Oderwasserstraßenbeirats in dieser Frage besonderen Wert, weil sie mit Rücksicht auf etwaige an sie herantretende Pläne, die auf einen Umbau der Glogauer Eisenbahnbrücken oder auf Schaffung einer Stauanlage abzielen könnten, völlig klar sehen wollte. Sie ließ erkennen, daß ihr weit weniger an der Frage, wann das Projekt zur Ausführung gelangen solle, als vielmehr an der Frage, für welches Projekt man sich entschließen wolle, gelegen sei. Grundsätzlich sprach die Reichswasserstraßenverwaltung ihre Bereitwilligkeit aus, die obere Oder zu einer Wasserstraße erster Ordnung auszubauen. Das Plenum des Oderwasserstraßenbeirats stimmte in seiner Mehrzahl dem Projekt zu, also der Verlegung der jetzigen Oderwasserstraße bei Glogau in den Altarm. Gegen dieses Projekt nimmt der Schiffahrtsverein zu Breslau Stellung, der sich für Projekt 3 einsetzt. Eine entsprechende Denkschrift wurde sämtlichen Mitgliedern des Oderwasserstraßenbeirates überreicht.

Der Schiffahrtsverein weist in seiner Denkschrift zunächst die Nachteile, welche Projekt 4 gegenüber Projekt 3 besitzt, nach und kommt schließlich zu dem Ergebnis, daß es nicht angängig sei, für die Verlegung des Oderstroms bei Glogau die ungeheuren Kosten von 10 Millionen Mark und darüber aufzuwenden. Dafür sollten wichtigere und dringendere Bauten, die bisher der Kosten wegen immer wieder zurückgestellt wurden, ausgeführt werden. Unter diesen Bauten ist vor allem der Bau einer zweiten Schleuse bei Ransern zu nennen. Die eine Schleuse ist schon heute für den Verkehr kaum ausreichend. Gesteigerten Ansprüchen dürfte sie nicht mehr genügen. Ferner sollte der übermäßig lange Zeitverbrauch an allen 22 Schleusen der oberen Oder verkürzt werden durch Schleppvorrichtungen im Herein- und Herausziehen der Fahrzeuge. Die Kosten für Ransern würden sich auf etwa 3 Millionen, die Kosten für die Schleppvorrichtungen auf 3,5 Millionen Mark belaufen, so daß für Glogau von 10 noch 3,5 Millionen Mark übrig blieben. Im Namen der Stadt Glogau hat der Schiffahrtsverein ferner aus folgenden Gründen Widerspruch gegen die Durchführung des Planes 4 erhoben: 1. Durch die Verlegung wird der Schiffahrtsverkehr zu weit von der Stadt abgerückt. 2. Der Wasserspiegel wird in dem als Hafen gedachten jetzigen Bett der Oder am oberen Teil um etwa 75 cm gesenkt. Dies würde in wasserarmen Jahren eine völlige Trockenlegung des Oderarmes bedeuten. Das Hafenbecken würde durch Abwässer aller Art stark verunreinigt werden usw. Schließlich würden die hohen Kosten des jetzigen Planes eine baldige Ausführung nicht zulassen. Endlich hat im Interesse der Landeskultur der Landrat des Kreises Glogau schwerwiegende Bedenken gegen die Verlegung der Oder geltend gemacht.

Von den übrigen Punkten der Tagesordnung sei u. a. der Vorschlag der Regierung erwähnt, auf der Oder Fahrtenbücher einzuführen, wie sie bereits auf der Elbe üblich sind. Im Interesse der Ausbildungsüberwachung des Nachwuchses in der Binnenschiffahrt wurde diese Einrichtung sehr begrüßt, da sie ermöglicht, Arbeitsart und Dauer der Schiffsmannschaft zu kontrollieren. In der Frage der Gewährung von Binnenschiffahrtskrediten wurde das Vorhaben der Reichswasserstraßenverwaltung als zweckentsprechend anerkannt. Mit großem Interesse wurden auch die Ausführungen der Wasserstraßenverwaltung über den Bau des Staubeckens von Ottmachau, der bekanntlich bereits begonnen ist, entgegengenommen. Von den schlesischen Interessenten würde um möglichste Beschleunigung des Baues gebeten. (W. 920)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10 I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 3 — 1. FEBRUAR — 1927

Aus dem Inhalt: Die Weltkraftkonferenz in Basel. / Das Kraftwerk Taschkent. / Die Schadensersatzpflicht für Wasserschäden. / Verhalten von Wasserturbinen bei Aenderung der Drehzahl oder des Gefälles. / Persönliches. / Rundschau: Zur deutschen Energiewirtschaft. / Der Wirkungsgrad von Wasserturbinen. / Verbesserung der Wirkungsgrade von Wasserturbinen durch Lufteinlaß in das Saugrohr. / Literatur. / Isarstädtetagung. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Der

Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband e. V.

gibt sich die Ehre,

zu dem am **Donnerstag, den 10. Februar 1927,** nachmittags 5 Uhr pünktlich im großen Saale des **Ingenieurhauses,** Friedrich-Ebert-Straße 27, stattfindenden

VORTRAGS-ABEND

ergebenst einzuladen.

1. Vortrag mit Lichtbildern von Herrn Dr. Ernst **Bräuer,** Berlin-Grunewald, über „DIE MEERESWÄRME ALS ENERGIEQUELLE".

2. Vortrag mit Lichtbildern von Herrn Dipl.-Ing. Alexander **Vogt,** Borna bei Leipzig, über „HEBERANWENDUNGEN IM WASSERBAU".

Anschließend Aussprache / Gäste, auch Damen, sind gern willkommen / Nachher zwangloses **Zusammensein** der Teilnehmer im **Restaurant Lauer,** Neue Wilhelmstraße 8.

BERLIN-HALENSEE, IM JANUAR 1927.
Joachim-Friedrichstraße 50.

Der 1. Vorsitzende:
NOLDA
Wirkl. Geh. Oberbaurat,
Ministerialdirigent a. D.

Der Geschäftsführer:
LIPPERT
Regierungsbaurat.

(W. 950)

Digitized by Google

Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. e. h. E. Reichel.

(Schluß aus Heft 2, S. 25.)

Auch über die Druckrohrleitungen erfährt man besondere Einzelheiten. Es wird auf die Verhältnisse eingegangen, wann solche Druckleitungen der Verbilligung der Anlagen wegen als Druckstollen ausgeführt werden können; bis zu welchen Beanspruchungen im vollen Blech man bei den verschiedenen Schweißarten gehen kann und bis zu welchen Wandstärken die Ausführungen bekannt sind, sowohl bei gewöhnlichen, als auch bandagierten Röhren. Die normalen Rohrlängen betragen meist 6 bis 12 m. Auch über die Verbindungsarten der einzelnen Rohrschüsse untereinander werden Angaben gemacht, und über die Probedrücke, mit denen die Rohre im einzelnen und sektionsweise bei ganzen Ausführungen abgedrückt werden. In der Hauptsache ist ein 1½facher statischer Druck als Probedruck üblich. Endlich werden Angaben gemacht über den zweckmäßigsten Anstrich, über die Zugaben zu den Wandstärken infolge von Abrosten und über die Reibungsbeiwerte in glatten Rohren über 500 mm Durchmesser.

Ueber die Absperrorgane, deren Anbringung und Wirksamkeit sind die Ausführungen von Caflisch ganz ähnlich jenen von Ungerer.

Ein eigenes Kapitel widmet Caflisch den Versuchen über Saugrohre, die von Oberingenieur Dubs von Escher, Wyss & Cie. angestellt wurden.[5]) Natürlich ist das geradlinig und senkrecht angeordnete Saugrohr den anderen Ausführungsformen überlegen. Aber es läßt sich nicht überall anwenden, weil es oft eine zu große Fundamenttiefe verlangt. Darum muß also das Saugrohr bei einer ganzen Reihe von Anlagen in gekrümmter Form angewendet werden. Dubs zeigt nun in einer überaus klaren Darstellungsart und durch Diagramme unterstützt, welchen Einfluß das gekrümmte Saugrohr bei gewöhnlichen Francis-Turbinen, bei Schnelläufern, bei Propeller- und bei Kaplan-Turbinen hat, wenn man die Belastung wechselt, also die Füllung verändert und welchen Wert es hat, Zwischenwände im Saugrohr einzusetzen. Bei kleinen Füllungen hat das gekrümmte Saugrohr fast keinen Nachteil, ja sogar eine kleine Ueberlegenheit gegenüber dem geraden, dagegen zeigt sich bei größeren Füllungen das gerade Saugrohr dem gekrümmten stets überlegen. Der Unterschied kann sogar ziemlich beträchtlich werden. Das Einsetzen einer Zwischenwand im Saugrohr hat nur dann einen Wert, wenn der Beginn der Zwischenwand so spät erfolgt, daß die Ausbildung der Umfangskomponente c_u im Saugrohr nicht behindert wird. Im großen und ganzen kann man aber sagen, daß die Anwendung einer Zwischenwand keine Vorteile bringt und ihre Anwendung vielfach nur aus konstruktiven Gründen erfolgt.

Im Bericht des Herrn Munding werden verschiedene ausländische Ausführungen mit ähnlichen schwedischen verglichen und dabei festgestellt, daß die Unterschiede in den Wirkungsgraden nicht konstruktiven Einzelheiten entsprechen können. Es gilt dies hauptsächlich von der Art der Ausführung der drehbaren Leitschaufeln, der Innen- und Außenregulierung, von der verschiedenartigen Anbringung der Saugrohre bei Zwillings-Turbinen und der Lage der Achsen. Der Lufteinlaß ins Saugrohr wird beim Abstellen zur Vermeidung von Wasserschlägen ebenfalls längst ausgeführt. Auch in Schweden bürgert sich die vertikale Einrad-Turbine immer mehr ein. Aber auch Stirnräder-Uebersetzungen kommen neuerdings vor. Besondere Bedeutung haben die Propeller- und Kaplan-Turbinen, seit mehrere große Anlagen damit ausgestattet worden sind. So hat die Maschinenfabrik Karlstad sich für die Kaplan-Turbine entschieden, während die Finshyttan Co. die Propeller-Turbine nach Lawaczeck bevorzugt. Jede der beiden Firmen sucht das Maximum des Wirkungsgrades zu erreichen, wobei beiden Turbinen-Systemen vom Haus aus ganz andere Aufgaben zufallen.

Besonderes Interesse erwecken die Angaben Mundings am Schlusse der sich entspinnenden Debatte über die inzwischen erfolgte Untersuchung der Turbinen für Lila Edet. Dort sind eine Kaplan-Turbine von Karlstad und zwei Lawaczeck-Turbinen von Finshyttan für die außergewöhnlichen Verhältnisse von $H = 6{,}00$; $N = 10\,000$ und $n_s = 600$ aufgestellt und im Juni d. J. untersucht worden. Die ganz bedeutende Wassermenge von etwa 130 cbm/sec wurde mit 17 Flügeln gleichzeitig gemessen und Wirkungsgrade erzielt, die auf 92% und darüber liegen. Munding zeigt die Wirkungsgradkurven, die sich dabei ergeben haben und die bei Vollast nur eine geringe Ueberlegenheit der Kaplan-Turbine zeigen, die sich allerdings um so mehr steigert, je kleiner die Füllungen werden, wie das oben schon erwähnt worden ist. Es muß bezweifelt werden, ob die Messung so großer Wassermengen so genau erfolgen kann, daß man dabei die Wirkungsgrade auf Bruchteile von Prozenten genau angeben kann. Wir greifen die aus Amerika zu uns kommenden Wassermeßmethoden und die damit erzielten Wirkungsgrade an und können bei großen Anlagen den Ergebnissen nichts besseres an die Seite stellen.

Unter den die elektrischen Einzelheiten betreffenden Berichten ist derjenige von Zachrisson dadurch besonders bemerkenswert, weil er sich mit jenen Anlagen beschäftigt, die völlig automatisch betrieben werden. Er weist darauf hin, daß die Automatik bei uns nicht jenen Grad der Vollkommenheit erreicht hat, wie in Amerika, aber das sogenannte Einmann-System ist deutlich erkennbar. Schon in Svenska vattenkraftföreningens publikationer 1924, Nr. 6 hat Zachrisson die Anlage „Ställberg" beschrieben, die automatisch arbeitet.[9]) Es werden in seinem jetzigen Bericht noch andere Anlagen erwähnt und zweckmäßige Angaben für deren Anordnung hinzugefügt. Die Bedienung solcher Anlagen wird sich auf wenige Kontrollbesuche, auf Rechenreinigung, Eisabwehr und dgl. beschränken. Meistens wird es sich dabei um kleine Anlagen handeln, wo man im Betriebe besondere Ersparnisse machen kann. Es wird auch darauf hingewiesen, daß viele kleine Werke, die sonst unwirtschaftlich arbeiten würden, durch den automatischen Betrieb dazu befähigt werden können, wirtschaftlich zu arbeiten und in ein größeres Netz zu speisen.

Die Berichte von Wallem und Wyssling zeichnen sich nicht nur durch besonders klare Anordnung des Stoffes aus, sondern sie sind auch für den Turbinenbau darum so interessant, weil die Kuppelung der elektrischen Generatoren für die Wahl des Turbinen-Systems entscheidend ist. Aus beiden Berichten ist zu entnehmen, daß die Zahl der verwendeten Einheiten immer geringer und ihre Größe immer bedeutender wird. Es wird durch Beispiele belegt, welche Ausführungsgrößen erreicht sind und daß die Wasserkraftanlagen als solche für die Zahl und Größe der verwendeten Einheiten bestimmend sind. Beide Berichterstatter gehen auf die Lage der Achse ein und

[9]) Vgl. auch Reindl, Vorteile und Einrichtungen selsttätig arbeitender Wasserkraftwerke. Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 497 (dort ausführliches Literaturverzeichnis bis Mitte 1925). — Weiter: Diese Zeitschrift, 1925, H. 8, S. 138 u. Heft 21, S. 350 u. 1926, H. 7, S. 74. — Die neuere Literatur wird in dieser Zeitschrift demnächst nachgetragen.

Digitized by Google

betrachten die Vor- und Nachteile der horizontalen und senkrechten Anordnung. Während der Elektriker das Bestreben hat, der größeren Zugänglichkeit und einfacheren Konstruktion der Generatoren wegen die horizontale Achslage zu bevorzugen, neigt der Turbinenbauer mehr zur senkrechten Achslage. Nicht nur der geringere Platzbedarf ist hier ausschlaggebend, sondern auch der Umstand, daß die Schwierigkeiten für die senkrechten Spurlager als überwunden gelten können. In dem Bericht von Wyssling ist der schon bei Caflisch hervorgehobene Bezugswert der ausgeführten Leistung pro 1 qm Bodenfläche wieder aufgegriffen.[10]) Auch für die Konstruktion der senkrechten Spurlager, über die absoluten Belastungsgrößen und über die Belastung pro Flächeneinheit sind entsprechende Angaben gemacht. Aus den Berichten geht hervor, daß bei modernen Wasserkraftanlagen, namentlich für Nieder- und Mitteldruck die Neigung zur senkrechten Achslage die vorherrschende ist. Bei Hochdruck-Anlagen wird die horizontale Achse noch vielfach vorgezogen und durch fliegende Anordnung der Turbinen die Zahl der Achslager auf das geringste Maß herunterzudrücken versucht. Es kommen dann nur die verstärkten Lager der Generatoren zum Tragen. Die Turbinen selbst benötigen kein Lager mehr. Geleugnet kann indessen nicht werden, daß auch bei Hochdruck-Anlagen, nach dem Vorbilde von Biaschino die Neigung vorherrschend ist, die senkrechte Achse auszuführen, da eben doch an bebauter Grundfläche wesentlich gespart werden kann und die stark belasteten senkrechten Spurlager nicht mehr gefürchtet sind.

Beide Berichterstatter schildern die konstruktiven Schwierigkeiten, die dem Generator durch die gesteigerte Drehzahl und namentlich durch die Leerlaufdrehzahlen erwachsen. Während man bei den bisherigen Turbinensystemen eine Steigerung der Leerlauf-Drehzahl auf das 1,8fache der normalen annehmen konnte, kann sich die Leerlauf-Drehzahl bei den Kaplan-Turbinen und den damit verwandten Systemen auf das 2,35fache steigern. Es soll an anderer Stelle darauf eingegangen werden, wodurch diese Tatsache ihre Begründung findet. Eine befriedigende Lösung, diesen Zuständen in einer ausreichenden Weise zu begegnen, ist indessen zurzeit noch nicht gefunden. Sowohl die Turbinen- als auch die Elektroingenieure bemühen sich um die Lösung dieses Problems. Von hydraulischer Seite wird versucht, durch besondere Reguliervorrichtungen zu verhüten, daß sich eine höhere Drehzahl als die normale überhaupt nicht einstellen kann. Bei den Turbinen-Einzelheiten ist ferner schon auf die Ausbildung von Schnellschluß-Vorrichtungen aller Art hingewiesen. Auch elektrisch sucht man durch eine plötzliche Unterbrechung der Erregung, oder durch eine Umerregung und durch die Konstruktion der Generatoren ähnlich jenen der Turbo-Generatoren, der Sache beizukommen. Beide gehen gemeinsam vor, indem sie der Prüfung der Festigkeit der zur Konstruktion der Generatoren verwendeten Materialien eine ständig erhöhte Bedeutung beimessen. Einstweilen soll auf Schleuderversuche solange nicht verzichtet werden, als andere einwandfreie Lösungen noch nicht gefunden sind.

Auch für die Verhinderung der langen Auslaufzeiten, die sich bei einzelnen Turbinen-Aggregaten auf mehrere Stunden erstrecken können, werden mit Erfolg die verschiedensten Mittel angewandt. Namentlich bei Freistrahlturbinen sucht man durch Auslösung von Gegenwasserstrahlen die Auslaufzeit zu vermindern. In neuerer Zeit sind auch bei anderen Turbinen-Anlagen für den gleichen Zweck Bremseinrichtungen angewendet worden.

[10]) Vgl. dazu: Popoff, Die Grundlagen zur Projektierung der Maschinenaggregate für Niedergefälle-Anlagen. Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 285.

Wallem und Wyssling wenden schließlich dem Generatorschutz, den Ueberspannungen usw. besondere Aufmerksamkeit zu. Es werden auch eingehende Untersuchungen angestellt über die zweckmäßigste Art der Belüftung und Kühlung der Generatoren, über den Aufbau und die Größe der Transformatoren, ihre Unterbringung in geschlossenen Gebäuden, offenen Hallen und im Freien, desgleichen über Schalt-Anlagen, Anzapfungen usw. Namentlich der Bericht von Wyssling ist sehr übersichtlich, und obwohl die angestellten Untersuchungen nur für schweizerische Kraftwerke gelten, sind darin doch so viele Einzelheiten, Zahlen, Tabellen und andere Angaben enthalten, daß der Bericht in bezug auf Vollständigkeit und Reichhaltigkeit allgemeinen Wert hat.

In die dritte Gruppe von Berichten gehört „Die Entwicklung der Wasserkraftnutzung", die hauptsächlich von S. Maychara, Japan, von Oropesa, Mexiko und Wyssling für die Schweiz behandelt wird. Alle Berichte gehen auf die speziellen Verhältnisse der betreffenden Länder ein. Während uns aber die von Japan und Mexiko ferner liegen, finden jene der uns benachbarten Schweiz unser besonderes Interesse. Auch ist der Bericht von Wyssling wirtschaftlich von so hervorragendem Wert, daß man ihn gelesen und studiert haben muß. Er trägt den Titel „Stand und Entwicklung der Verwertung der schweizerischen Wasserkräfte". Auf alle die im Bericht hervorgehobenen Einzelheiten einzugehen, würde den Rahmen des hier zur Verfügung stehenden Raumes weit überschreiten. Es sollen daher hier nur die Ueberschriften der wichtigsten Gebiete genannt werden:

Aus historischem Entstehen verbleibende Mängel der schweizerischen Elektrizitätsversorgung und ihr im übrigen hoher Stand.

Allgemeines zum Problem der wirtschaftlichen Ausnutzung der Wasserkräfte.

Der zeitliche Verlauf des Leistungsbedarfs, die Mittel zu deren Beeinflussung und deren Erfolg.

Die Veränderlichkeit des Leistungsbedarfs durch die Stunden des Tages.

Anpassung der disponiblen Leistungen an die beanspruchten durch Speicherung bei Kraftwerken. (Die verschiedenartigen Speicher und ihre Wirtschaftlichkeit.)

Bisheriges Ergebnis der Bestrebungen zum Ausgleich der konsumierten und der disponiblen Leistungen in der Schweiz.

Ausblick in die Zukunft.

Aus der Zusammenfassung geht hervor, daß die schweizerischen Elektrizitätswerke in einem Zeitraum von etwa ⅓ Jahrhundert ihre Ausnutzung von anfänglich etwa 12% auf 70% gesteigert haben. Nahezu 99% aller schweizerischen Elektrizitätswerke stammen aus Wasserkraftanlagen. Auf den Kopf der Einwohnerschaft kommen jährlich ungefähr 420 kWh[11]). Augenblicklich werden in der Schweiz pro Jahr 2½ bis 3 Milliarden kWh erzeugt. Es können aber vier bis fünfmal soviel produziert werden.

An den Generalbericht des Herrn Payot hat sich eine längere Wechselrede angeschlossen, die Ungerer zu ergänzenden Mitteilungen seines Berichtes benutzte. Reichel machte den Vorschlag, daß die Wassermenge bei allen Wasserkraftanlagen nach einheitlichen Gesichtspunkten gemessen und zur Berechnung des Wirkungsgrades benutzt werden sollte. Dann wird sich, wie der Generalberichterstatter es gewünscht hat, zeigen, ob die amerikanischen Turbinen den europäischen im Wirkungsgrad wirklich überlegen, oder bloß Rechnungsunterschiede vorhanden sind. Eine Internationale Kommission

[11]) Einschl. Industrie-Erzeugung und Bahnen 770 kWh, dazu noch einschl. Export-Arbeit 980 kWh pro Kopf. (Die Schriftltg.)

Digitized by Google

sollte zu diesem Zwecke ernannt werden. Obwohl die Herren Dubs und Galland lebhaft für diesen Vorschlag sich aussprachen, wurde von den Herren De la Brosse und Wyssling ins Feld geführt, daß schon so viele Internationale Kommissionen bestehen, daß es nicht ratsam sei, ihre Zahl noch zu vermehren. Es sollte darum, wie auch später beschlossen worden ist, die Elektrische Kommission mit der Lösung dieser Aufgabe betraut werden. Ob damit nicht eine Verschleppung der Frage verbunden ist, soll dahingestellt bleiben.

Auch die Berichte A 2 über „Binnenschiffahrt" haben für den Maschinenbau erhöhtes Interesse, allerdings sehen es einzelne deutsche Wasserbauer nicht gerne, wenn an den Gefällstufen der Schiffahrtskanäle Wasserkraftanlagen entstehen. Es wird als ein Eingriff in ihre Tätigkeit angesehen. Bei dem fortgesetzten Energiehunger aller Völker wird dieser Zustand aber wohl nicht allzu lange dauern.

Auch die Sektionen B und C verdienten besprochen zu werden, da sie wirtschaftlich tief in die Verwaltung der einzelnen Länder eingreifen. Namentlich in C spielt das Bayernwerk eine große Rolle, schon darum, weil es als ein hervorragendes Beispiel angeführt und daran allerlei Folgerungen des deutschen Berichtes geknüpft werden. (W. 911.)

Das Kraftwerk „Taschkent" am Bewässerungskanal „Bossu".

Von D.-Ing. T. Goubine, D.-Ing. W. Serilnicow, D.-Ing. A. Semenow.

Das Kraftwerk ist 6 km von der Stadt Taschkent entfernt am Bewässerungskanal Bossu gebaut. Die Länge des Kanals zwischen dem Kraftwerk und dem Fluß Tschirschik beträgt 35 km. Es ist an einer von den vielen Stellen errichtet, die für den Bau von Wasserkraft-Elektrizitätswerken in diesem Teil des Landes günstig sind, und ist besonders interessant, weil die Grundverhältnisse schwierig sind. Das Gefälle beträgt 13,5 m, die Leistung 6600 PS. Der Boden besteht aus „Löß", einer Zusammensetzung aus Ton (Al_2O_3), Kalk und Kieselerde mit einer Beimischung von organischen Stoffen (1—2 %) und Salzen. Alle diese Bestandteile setzen sich zusammen als kleine Teilchen (Durchmesser von 0,1 bis 0,01 mm), die miteinander regelmäßig gemischt sind und dadurch eine dicke Grundmasse von hellgelber Farbe bilden. Der trockene Löß ist halb hart, halb triebsandig mit einem natürlichen Böschungswinkel im trockenen Zustand bis zu 90°. Wenn die kleinen Teilchen dieses Löß naß werden, wird die Verbindung der einzelnen Teile zerstört und sie fallen auseinander. Wenn größere Massen von dichtem Löß naß werden, so bildet sich auf der Oberfläche eine nasse, dünne Schicht, die vor weiterem Eindringen des Wassers schützt. Wenn aber der Löß nicht so mächtig ist, wird die gefährliche Wirkung des Wassers sich viel weiter über die oberen Schichten hinaus verbreiten. Wenn man dazu in Betracht zieht, daß in verschiedenen Schichten die Lößstruktur und auch ihr Widerstand gegen die Wirkung des Wassers nicht regelmäßig ist, so daß in nassem Zustand der Winkel der natürlichen Böschung 5—10° sein kann, so versteht man, wie vorsichtig die Projektierung des Kraftwerkes geführt werden mußte. Die zulässige Bodenbelastung ist 1 kg/cm². Das Werk ist so gebaut, daß die einzelnen Teile, welche verschiedenen Druck auf den Boden ausüben, durch elastische, wasserdichte Nähte voneinander unabhängig gemacht sind. Diese Zerteilung gibt dem Kraftwerk eine Sicherheit gegen Erdbeben, die hier bis zu 40 Gal[1]) stark sein können. Die Festigkeit und der Zusammenhalt aller Bauteile wird dadurch gegeben, daß Eisenbeton verwendet ist und die zugelassenen Spannungen nicht zu groß sind. Wegen der Schwierigkeiten des Grundwasserandranges sind Eisenbetonspundwände (Diaphragmen) verwendet. Der Gesamtplan des Kraftwerkes ist auf Abb. 1 gegeben.

Die Wasserführung des Kanals Bossu wird durch Einlaßschützen, die den Kanal vom Fluß Tschirschik trennen, geregelt. Diese Menge verändert sich abhängig vom Verbrauch des Betriebswassers der Zentrale und von der Bewässerung. Bevor die Zentrale gebaut war, überschritt die Wassermenge nicht die Grenzen von 10—35 m³/Sec. Jetzt wird die notwendige Wassermenge höchstens bis zu 50 m³

[1]) Gal ist die Einheit der Beschleunigung, welche die Bodenteilchen erfahren. 1 Gal = 1 cm/Sek.²

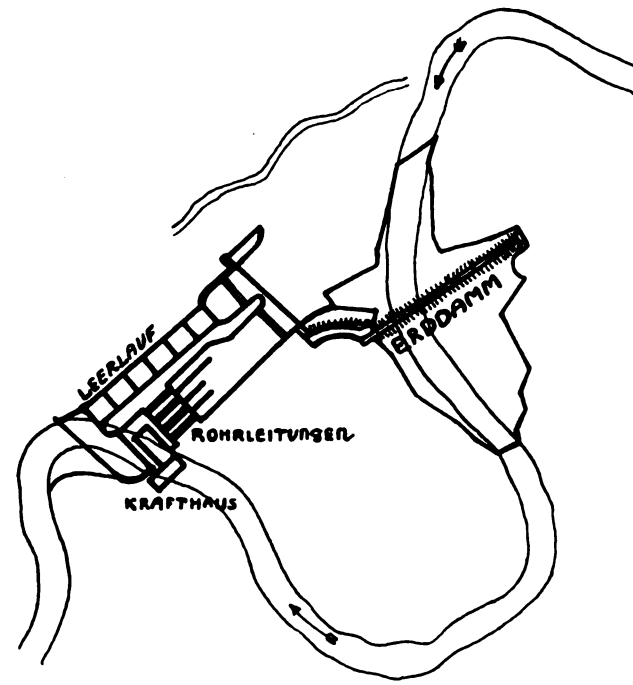


Abb. 1. Lageplan des Kraftwerkes Taschkent.

vergrößert. Das Gefälle der Zentrale wird mit Hilfe eines Erddammes, der auch aus Löß besteht, gewonnen. Der normale Querschnitt des Dammes ist aus Abb. 2 ersichtlich.

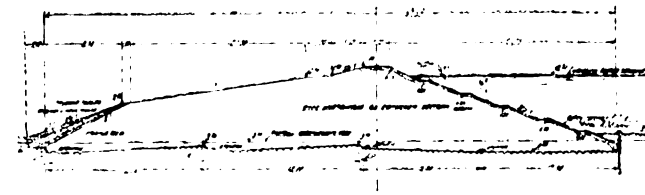


Abb. 2. Normaler Dammquerschnitt (Maße in Sagen, 1 Sag. = 2,13 m).

Die größten Schwierigkeiten entstanden hier dadurch, daß kein Lehm für den Damm verwendet werden konnte, da in der ganzen Umgebung Lehmmangel herrscht. Der aus dem Löß gebaute Damm wurde hergestellt aus vielen, dünnen, feuchten Schichten, nicht dicker als 15 cm, die gewalzt wurden. Die Walzung wurde mit Hilfe von Motorwalzen (6—8 t) ausgeführt, über jede Schicht wurde 12—15mal gefahren. Die Grundfläche des Dammes ist in den dicken und festen Löß eingeschnitten und mit Betonröhren drainiert, die in dem mit kleinen Steinen ausgefüllten Graben liegen. Auf den Damm wirkt ein Gefälle von 14 m. Das Dammprofil ist gerechnet als

Digitized by Google

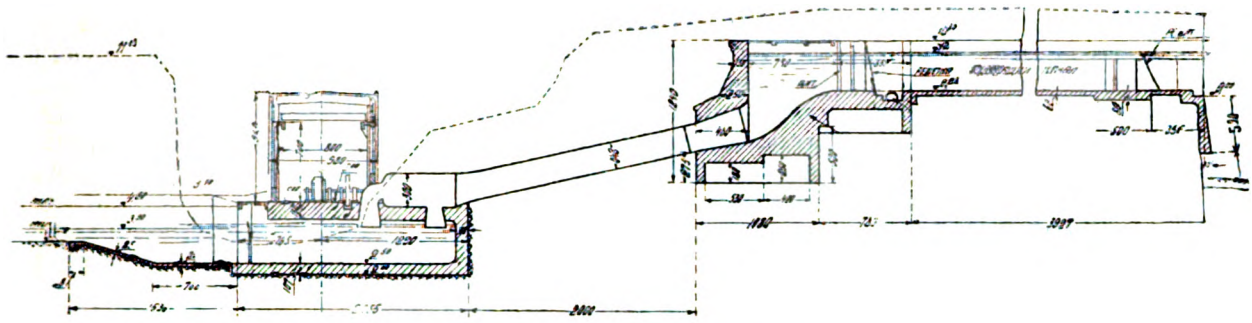


Abb. 4a. Kraftwerk Taschkent. Längsschnitt.

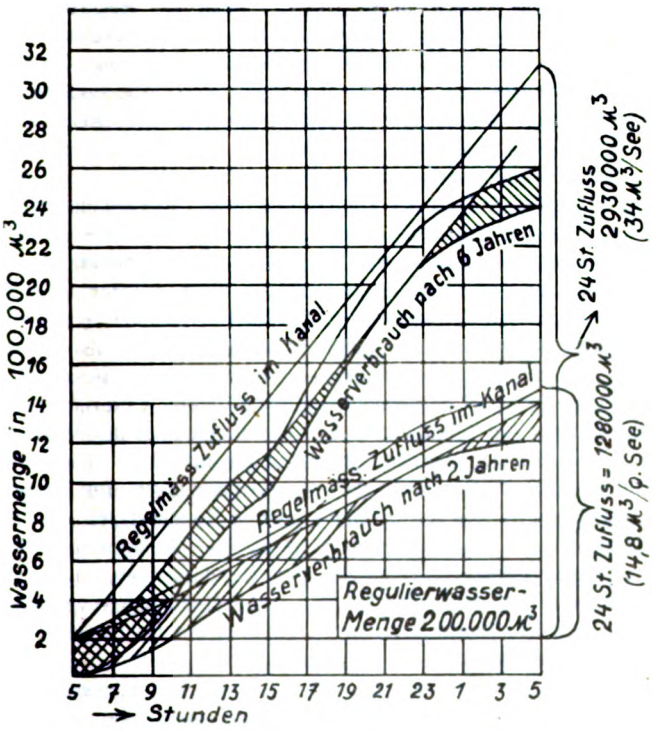


Abb. 3. Wasserhaushalt des Kraftwerkes.

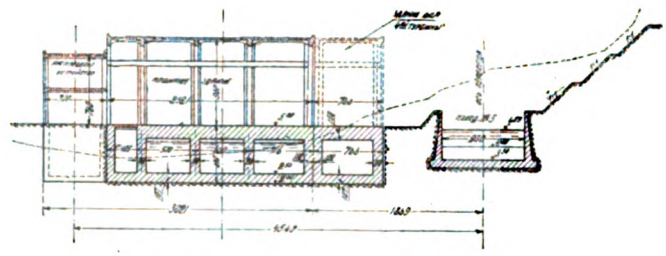


Abb. 4b. Querschnitt, rechts Leerlauf-Abfluß.

Umhüllende der Depressionsfläche mit 2 m dicken Reserven für die Capillaraufhebung und Durchfrostung. Der Durchfluß des Sickerwassers durch den Damm wurde nach folgenden Gleichungen gerechnet:

$$\text{div}\ \ V = 0$$
$$\text{div}\ \gamma Q = k$$

worin V = Geschwindigkeitsvektor, Q = Wassermenge in der Sek., γ = spez. Gewicht des Wassers.

Der Filtrationskoeffizient k = 0,00005 cm/Sek.

Der Oberwasserspiegel von 200 000 m² ist groß genug, um eine Tagesregulierung der Wassermenge zu erlauben. Wie aus Abb. 4 ersichtlich liegt die Sohle des Oberwasserkanals so tief unter dem Wasserspiegel, daß eine Stauhöhe von 1 m für Regulierzwecke verwendet werden kann. Die Arbeit von 1 m Absenkung im Oberwasserkanal ist auf Abb. 3 gegeben, aus der man ersehen kann, daß bei täglichem Stromverbrauch nach 6 Jahren die mittlere Wasserführung des Kanals 34 m³/Sec. betragen muß, obwohl bei maximaler täglicher Belastung von 4000 kW der Wasserverbrauch der Turbinen 45 m³/Sec. ist, d. h. der Oberwasserinhalt gibt die Möglichkeit, die Wasserführung im Kanal auf 34 m³, statt auf 45 m³ zu halten, also um 24 % kleiner. Dadurch wird es auch möglich, einen gleichbleibenden Zufluß durch die Einlaßschützen beim Fluß Tschirschik zu erreichen. Abb. 4a gibt den Längsschnitt durch das Krafthaus, das Oberwasserbecken und die Rohrleitungen. Die Leistung von 6600 PS wird in 4 Aggregate geteilt zu je 1650 PS. Die Turbinen sind doppelte Francis-Turbinen im Stirnkessel mit 375 Umdr./Min., was einem $n_s = 420$ entspricht. Die ersten zwei Turbinen sind von der früheren Turbinen-Fabrik Fritz Neumeyer, München, geliefert. Der Maximalwasserverbrauch jeder Turbine beträgt 11,35 m³/Sek. Es war früher gedacht, die Turbinen in offene Wasserkammern zu stellen, jedoch nach Feststellung der oben angegebenen Bodenbeschaffenheit erwies es sich als unmöglich, denn in diesem Fall hätte der Flächendruck unter den Wasserkammern bis zu 2 kg/cm² betragen. Die Turbinen stehen außerhalb des Krafthauses. Jede Turbine hat eine besondere Rohrleitung von 18 m Länge und D = 2,4 m bei einem normalen Gefälle von 13,50 m. Die Generatoren leisten je 1250 kVA und sind durch elastische Kupplung mit den Turbinen direkt verbunden. Als Leerlauf

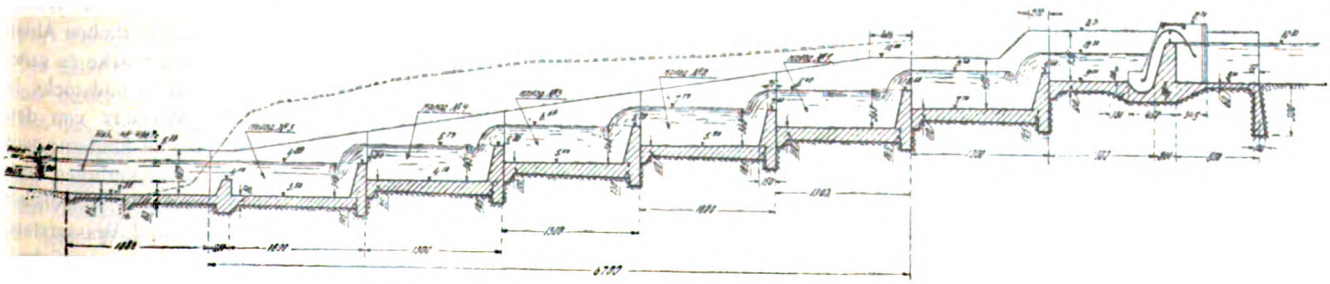


Abb. 5. Leerlauf und Saugheber (Maße in Sagen, 1 Sag. = 2,13 m).

Digitized by Google

des Wassers ist ein Stufenüberfall vorhanden, Abb. 5, der 50 m³/Sec. abführt. Das Wasser verläßt den Ueberfall in ganz ruhigem Zustand, was wegen der schlechten Grundverhältnisse besonders wichtig ist. An beiden Seiten der Einlaufschützen steht je ein Saugüberfall mit einem Auslaufquerschnitt von 2,0 × 0,90 m. Die Auslaufquerschnittfläche beider Saugüberfälle beträgt 3,6 m², deren Durchflußmenge 13 m³/Sec. Abb. 5 gibt den Gesamtlängsschnitt der Saugüberfälle und des Leerlaufes.

Die Projektierung des Erddammes und Leerlaufes besorgte D.-Ing. W. P. Scrilnicow, der Maschinenanlage und des wasserwirtschaftlichen Teiles D.-Ing. T. Goubine, der Eisen- und Eisenbetonbauten D.-Ing. N. Alexejew mit D.-Ing. A. Semenow. (W. 785).

Die Schadenersatzpflicht für Wasserschäden.

Von Rechtsanwalt Dr.-jur. Werneburg, Berlin-Steglitz.

Der Eigentümer eines Wasserlaufes ist an sich in der Benutzung seines Wasserlaufes nicht beschränkt, da ihm eben sein Eigentumsrecht an dem Wasserlauf grundsätzlich die freie Verfügungsbefugnis nach geltendem Recht gibt, wie das auch bezüglich des ganzen betreffenden Wassergrundstückes der Fall ist. Dieses Recht zur freien Benutzung des Wasserlaufes mußte jedoch im Interesse der Eigentümer der benachbarten Grundstücke wiederum beschränkt und eingeengt werden, da eben jeder Wasserlauf nicht nur für den Eigentümer des Wassergrundstücks selbst, sondern auch für die benachbarten Grundstücke Gefahren in sich birgt, und zwar eben insbesondere die Gefahr von Ueberschwemmungen und bei Verunreinigungen die Gefahr von Seuchen und Erkrankungen; ferner müssen berücksichtigt werden auch alle Rechte anderer Anlieger des Wasserlaufes an diesem, also Rechte sowohl der Oberlieger wie auch der Unterlieger des Wasserlaufes, da diese Rechte eben meistens auf Grund eines Rechtstitels bestehen und somit als wohlerworbene Rechte anzusehen sind. Dementsprechend geht die gesetzliche Regelung in dieser Hinsicht auf die Rechte Dritter und auf das öffentliche Wohl insbesondere dahin, daß der Eigentümer des Wasserlaufes durch die Benutzung seines Wasserlaufes zum Nachteile anderer Berechtigter weder die Vorflut des Wasserlaufes verändern noch auch den Wasserlauf durch übermäßiges Einführen schädlicher Stoffe verunreinigen darf. Der Eigentümer des Wasserlaufes darf ferner den Wasserstand des Wasserlaufes nicht derartig verändern, daß andere Berechtigte — insbesondere die Anlieger — in der Ausübung ihrer Rechte an dem Wasserlauf beeinträchtigt oder fremde Grundstücke beschädigt werden oder auch die einem anderen obliegende Unterhaltung des Wasserlaufes oder dessen Ufers übermäßig erschwert wird.

Es entsteht die Frage, welche Rechte diesen Eigentümern der beschädigten Grundstücke gegen den Eigentümer des Wasserlaufes zustehen, wenn dieser trotz der ihm gezogenen, oben gekennzeichneten Beschränkungen seines Eigentumsrechtes in diese Rechte der Anlieger durch gesetzwidrige Handlungen dieser Art eingreift. Hier ist zu unterscheiden, ob den Anliegern des Wasserlaufes aus derartigen Handlungen des Eigentümers des Wasserlaufes Schäden lediglich drohen oder ob tatsächlich denselben bereits positive Schäden (nämlich in Geld taxierbare Schäden) entstanden sind.

Drohen den Anliegern des Wasserlaufes aus der Handlungsweise lediglich Schäden an ihren Grundstücken, so kommt zu ihrem Rechtsschutz eine Klage auf Unterlassung jener Handlungen gegen den Eigentümer des Wasserlaufes in Frage. Hierbei ist zunächst zu prüfen, ob tatsächlich jene Handlung des Eigentümers des Wasserlaufes sich als eine verbotene darstellt; verboten ist hierbei in dem Sinne zu verstehen, daß entweder eine spezielle gesetzliche Bestimmung besteht, die dem Eigentümer des Wasserlaufes die fraglichen Handlungen untersagt oder doch wenigstens eine polizeiliche Vorschrift dieser Art, also insbesondere eine Polizeiverordnung. Da nun das Wasserrecht nicht reichsgesetzlich geregelt ist, so ist diese Frage vollkommen aus der landesgesetzlichen Gesetzgebung des betreffenden Bundesstaates zu beantworten, in dem der fragliche Wasserlauf liegt, so daß es also möglich ist, daß die betreffende Frage in den verschiedenen Bundesstaaten des Reiches auch verschieden behandelt und demnach auch in verschiedenem Sinne zu beantworten ist. Wo in den Einzelstaaten eine besondere landesgesetzliche Regelung fehlt, wird insbesondere auf die in Frage kommenden Polizeivorschriften zurückzugreifen sein, da eben regelmäßig zur Ausfüllung dieser gesetzlichen Lücken Polizeiverordnungen erlassen sein werden.

Für die Frage nach der Zulässigkeit einer Unterlassungsklage oder Schadensersatzklage der geschädigten Anlieger kommt nämlich die Anwendung des allgemeinen § 823 Absatz 2 des Bürgerlichen Gesetzbuches in Betracht, nach welcher Bestimmung eben zum Schadensersatz verpflichtet ist, wer gegen ein den Schutz eines anderen bezweckendes Gesetz — also gegen ein sogenanntes Schutzgesetz — verstößt; aus dieser Bestimmung kann bei drohenden Schäden auch eine Unterlassungsklage gegen den Schädiger — hier den Eigentümer des Wasserlaufes — erhoben werden. Schutzgesetze im Sinne dieser Bestimmung sind aber nicht nur die Bestimmungen der landesgesetzlichen Wassergesetze der einzelnen Bundesstaaten, soweit sie eben zum Schutze Dritter erlassen sind, sondern auch die erlassenen Polizeiverordnungen der Bundesstaaten, die dem Eigentümer des Wasserlaufes bestimmte Handlungen verbieten oder auch bestimmte Handlungen gebieten (so insbesondere im öffentlichen Interesse).

So ist es zum Beispiel nach dem preußischen Wassergesetz verboten, Erde, Sand, Schlacken, Steine, Holz usw. in einen Wasserlauf einzubringen, ferner ist es verboten, Hanf und Flachs in einem Wasserlauf zu röten und bei Haltung einer Anlage wird bestimmt, daß für den Schaden, der durch die unerlaubte Verunreinigung des Wasserlaufes entsteht, der Unternehmer der Anlage verantwortlich ist, von der die Verunreinigung herrührt. Die Verantwortlichkeit des Unternehmers soll nur dann ausgeschlossen sein, wenn er zur Verhütung der Verunreinigung die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet hat. Hier ist also die Verantwortlichkeit des Eigentümers des Wasserlaufes für Schädigungen dritter Personen bereits im einzelnen genau geregelt, so daß es einer Anwendung der vorbezeichneten allgemeinen Bestimmung des § 823 Absatz 2 des Bürgerlichen Gesetzbuches gar nicht bedarf. So ist es nach Art. 17 des Wassergesetzes für Bayern vom 23. 3. 1907 dem Eigentümer eines Grundstücks untersagt, dem auf seinem Grundstück entspringenden oder darauf sich natürlich sammelnden Wasser zum Abfluß eine andere Leitung als nach dem natürlichen Ablauf oder eine belästigende größere als die natürliche Stärke zu geben und der Eigentümer des niedriger gelegenen Grundstücks ist nicht befugt, den natürlichen Ablauf des Wassers von dem höherliegenden Grundstück zu dessen Nachteil zu hindern; nach Art. 38 dieses bayerischen Wassergesetzes ist es verboten, feste Stoffe, welche die Eigenschaften des Wassers in schädlicher Weise verändern oder auf den Wasserabfluß und Wasserstand nachteilig wirken, einzubringen, ferner das Einwerfen von Schutt, Unrat, Tierleichen, sowie das Einlegen von Flachs und Hanf.

Digitized by Google

Fehlt es an einer derartigen speziellen Regelung der Landesgesetzgebung, so ist, wie bereits bemerkt wurde, zu prüfen, ob spezielle Verordnungen polizeilichen Charakters bestehen, die dem Eigentümer des Wasserlaufes bestimmte Handlungen gebieten oder verbieten.

Bei der Erhebung einer Unterlassungsklage braucht der bedrohte Anlieger nur zu beweisen, daß ihm aus der fraglichen verbotenen Handlung des Eigentümers des Wasserlaufes Schäden an seinem Grundstück drohen und daß diese drohenden Schäden eben in der verbotenen Handlungsweise des Eigentümers des Wasserlaufes ihre Ursache haben; ein Beweis dahin, daß ein Schaden bereits entstanden ist, ist hier nicht nötig, hier wäre eben geradezu eine Schadensersatzklage angebracht.

Dagegen hat bei Erhebung einer Schadensersatzklage der Anlieger des Wasserlaufes stets den Nachweis zu erbringen, daß ihm aus der an sich verbotenen Handlungsweise des Eigentümers des Wasserlaufes auch bereits ein positiver, in Geld taxierbarer Schaden an seinem Grundstück entstanden ist, wobei auch hier der entstandene Schaden in seiner Ursache allein auf der betreffenden verbotenen Handlungsweise des Eigentümers des Wasserlaufes beruhen muß.

Ferner hat der auf Schadensersatz klagende Anlieger des Wasserlaufes stets den Nachweis zu erbringen, daß auf seiten des Eigentümers des Wasserlaufes in bezug auf seine Handlungsweise ein Verschulden gegeben sein muß und zwar entweder Vorsatz oder doch Fahrlässigkeit. Ein Verschulden des Eigentümers des Wasserlaufes bezüglich der fraglichen Wasserschäden ist grundsätzlich dann ausgeschlossen — so daß er also keinesfalls auf Ersatz der Schäden von dritter Seite in Anspruch genommen werden kann —, wenn die Wasserlaufschäden in ihrer Ursache auf die Einwirkung von Naturkräften, sogenannter höherer Gewalt, zurückzuführen sind und es außerhalb des Machtbereiches desselben lag, die Naturgewaltschäden zu verhindern oder doch in ihrer Auswirkung zu mindern. Denn in derartigen Fällen kann eben von einem Verschulden des Eigentümers des Wasserlaufes logischerweise nicht gesprochen werden, wie ohne weiteres ersichtlich ist. Immerhin ist aber auch in derartigen Fällen ein Verschulden des Wasserlaufeigentümers denkbar und möglich, das zum Beispiel dahin gehen kann, daß er es unterlassen hat, die Einwirkungen des Naturereignisses, zum Beispiel einer Ueberschwemmung, rechtzeitig zu verhindern, so bei einer Stauanlage durch rechtzeitige Niederlegung des Stauwehres; allerdings wird hier der Nachweis eines speziellen Verschuldens in dieser Hinsicht von dem Geschädigten nicht immer leicht zu führen sein, zumal in den Fällen, in denen es sich um Elementarereignisse handelt, die mit großer Schnelligkeit und Wucht über die fraglichen Grundstücke ausgebrochen sind oder wenn die anstürmenden Wassermengen so groß waren, daß selbst eine rechtzeitige Niederlegung des Stauwehres den Schaden nicht gemindert haben würde; gelingt dem Wasserlaufeigentümer ein Beweis in letzterer Beziehung, so ist erwiesen, daß ihm ein Verschulden an dem entstandenen Schaden nicht zur Last fällt und es besteht dann auch mangels eines Verschuldens keinerlei gesetzliche Schadensersatzpflicht seinerseits dritten Anliegern des Wasserlaufes gegenüber.

Ein Verschulden des Eigentümers des Wasserlaufes liegt ferner dann nicht vor, wenn dem geschädigten Grundstückseigentümer bezüglich der fraglichen Schäden an seinem Grundstück selbst das Verschulden nach Lage der Sache beizumessen ist; dieses eigene Verschulden des Geschädigten kann natürlich nach Lage des Einzelfalles ganz verschieden geartet sein, es kann zum Beispiel darin liegen, daß er ebenfalls Veränderungen an dem Wasserlauf vorgenommen hat und die fraglichen Schäden ihre Ursache eben sowohl hierin wie auch in der Handlungsweise seines Gegners haben. Zufolge dieses Zusammenwirkens der beiden schädigenden Ursachen trifft hier den Eigentümer des Wasserlaufes kein Verschulden und es besteht eben demzufolge seinerseits auch keinerlei gesetzliche Schadensersatzpflicht.

Dieses Mitverschulden des Beschädigten kann übrigens auch darin bestehen, daß er es unterlassen hat, den Eigentümer des Wasserlaufes auf die Gefahr eines ungewöhnlich hohen Schadens aufmerksam zu machen, wenn er selbst diese drohende Gefahr erkannt hatte oder doch jedenfalls nach Lage der Sache hätte erkennen müssen. Natürlich ist hierbei immer vorausgesetzt, daß der geschädigte Anlieger die fragliche Handlungsweise des Eigentümers des Wasserlaufes — z. B. die Veränderung des Wasserlaufes — selbst gekannt hatte, also selbst gesehen hatte.

Gesetzliche Pflichten bestehen insbesondere für die Inhaber von Stauanlagen in verschiedenster Richtung, da derartige Stauanlagen zufolge der mehr oder weniger großen Anstauung erheblicher Wassermengen stets eine Gefahr für die unterliegenden Grundstückseigentümer bilden. Die Unterlassung der Befolgung dieser gesetzlichen Pflichten hat für den Stauberechtigten, den Inhaber der Stauanlage, stets Schadensersatzpflicht zur Folge, wenn den unterliegenden Grundstückseigentümern hieraus die fraglichen Wasserschäden an ihren Grundstücken entstanden sind. Ein Verschulden auf seiten des Stauberechtigten liegt dann immer vor, wenn es sich um eine schuldhafte Verletzung jener gesetzlichen Stauvorschriften auf seiner Seite handelt, wobei, wie bemerkt wurde, auch die Uebertretung von polizeilichen Vorschriften dieser Art hinreicht. So ist der Stauberechtigte und derjenige, der die Stauanlage betreibt, nach preuß. Wassergesetz verpflichtet, für Erhaltung, Sichtbarkeit und Zugänglichkeit der Staumarken und Festpunkte zu sorgen und jede Aenderung oder Beschädigung der Staumarken und Festpunkte der Wasserpolizeibehörde unverzüglich anzuzeigen; bei amtlichen Prüfungen hat er Arbeitshilfe unentgeltlich zu stellen; eine die Beschaffenheit der Staumarken und Festpunkte beeinflussende Handlung darf von dem Inhaber der Stauanlage nur mit Genehmigung der Wasserpolizeibehörde vorgenommen werden; entsprechendes gilt für die Erneuerung, Versetzung oder Berichtigung der Staumarken. Eine weitere Verpflichtung für den Inhaber einer Stauanlage besteht darin, daß er diese Anlage einschließlich aller Anlagen und Einrichtungen, die für den Wasserablauf von Bedeutung sind, in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten hat, insbesondere auch so, daß kein Wasser zum Nachteile anderer Berechtigter verschwendet wird. Diese Bestimmungen sind von dem Gesetz aus gemeinwirtschaftlichen Gründen aufgenommen worden, um die zur Benutzung des Wasserlaufes Berechtigten vor Nachteilen zu bewahren, die nicht nur durch eine Ueberschreitung des Staurechtes, sondern auch durch eine mangelhafte Unterhaltung der zur Ausübung des Staurechtes dienenden Anlagen, insbesondere durch eine dadurch hervorgerufene Wasserverschwendung entstehen.

Wenn ferner die Gefahr besteht, daß eine Stauanlage wegen ihrer Bauart durch Hochwasser beschädigt oder zerstört wird, und daß hierdurch anderen Nachteile entstehen, so kann, wenn diese Gefahr durch einen Umbau oder eine Sicherung der Stauanlage beseitigt oder vermindert werden kann, ohne daß hierdurch ihre Leistungsfähigkeit verringert wird, der Stauberechtigte zum Umbau oder zur Sicherung der Stauanlage angehalten werden. Kommt der Stauberechtigte diesem behördlichen Gebot schuldhafterweise nicht nach, so ist er dritten durch seine Stauanlage geschädigten Personen für alle Schäden ersatzpflichtig, die diesen infolgedessen entstanden sind. Finanzielle Unmöglichkeit zur Durchführung jener Maßnahmen seitens des Stauanlagenbesitzers wird regelmäßig auch ein Verschulden auf seiner Seite ausschließen. Für Bayern kommen hier die Vorschriften des Art. 50 des bayer. Wassergesetzes zur Anwendung; hiernach bedarf es zur Errichtung von Stauanlagen

Digitized by Google

der Genehmigung der Verwaltungsbehörde, ebenso zu deren Beseitigung, der Unternehmer der Stauanlage hat auf seine Kosten nach Anordnung der Behörde ein bleibendes Höhenmaß (Eichmarke, Eichpfahl, Pegel) aufzustellen, er hat für die richtige Abführung des gestauten Wassers durch rechtzeitige Oeffnung der Schleusen usw. zu sorgen und hat seine Stauanlagen nach Maßgabe der erteilten Genehmigung zu unterhalten.

Bei der Erhebung der Unterlassungsklage kann der Eigentümer des bedrohten Grundstücks auf Unterlassung weiterer Störungen sowie auf Wiederherstellung des früheren Zustandes Klage erheben. Bei Erhebung der Schadensersatzklage kann der geschädigte Grundstückseigentümer ebenfalls seine Klage auf Wiederherstellung des früheren Zustandes richten, also auf Wiederherstellung desjenigen Zustandes des Wasserlaufes, der vor den hier fraglichen neuen Maßnahmen des Wasserlaufeigentümers lag. Statt dessen kann aber der Geschädigte bei dieser Schadensersatzklage Entschädigung in Geld für die erlittenen Schäden von dem Wasserlaufeigentümer beanspruchen, wobei dieser Anspruch dann den Anspruch auf Wiederherstellung des früheren Zustandes ausschließt. Der Schaden ist dann in diesem Falle abzutaxieren und zwar, wenn der Eigentümer des Wasserlaufes die Höhe des geltend gemachten Schadens bestreitet, eben durch Sachverständige abzutaxieren. In der Höhe der Taxierung ist dann der Schadensersatz seitens des Eigentümers des Wasserlaufes dem Geschädigten zu erstatten, falls die oben erwähnten Voraussetzungen seiner Ersatzpflicht, also insbesondere Verschulden und tatsächliche Verursachung, nach der Sachlage gegeben sind.

Besteht ein Vertragsverhältnis zwischen dem Wasserlaufeigentümer und dem geschädigten Anlieger, so ist die Frage der Schadensersatzpflicht in erster Linie aus diesem vorliegenden Vertrage zu beantworten. (W. 895.)

Verhalten von Wasserturbinen bei Änderung der Drehzahl oder des Gefälles.

Von Dr. techn. P. Kohn, Prag.

In der vorliegenden Studie wird gezeigt, wie sich auf rechnerischem Wege die Veränderung des Wirkungsgrades, der Schluckfähigkeit und der Leistung von Ueberdruckturbinen bei unveränderlicher Oeffnung bestimmen lassen, wenn sich bei konstantem Gefälle die Drehzahl oder bei konstanter Drehzahl das Gefälle ändert. Aehnliches wurde in letzter Zeit auch von R. Dubs[1]) auf mehr empirischem Wege versucht, während die Richtigkeit der wahrscheinlich schon von Francis herrührenden Beziehung zwischen Wassermenge und Drehzahl von R. v. Mises[2]) auf Grund der auch hier gemachten Voraussetzungen bestätigt wurde.

Als vereinfachende Annahme wurde zugrunde gelegt, daß die Reibungsverluste den Geschwindigkeitsquadraten in den engsten Querschnitten proportional sind, daß also die Reibungsbeiwerte von der Geschwindigkeit unabhängig sind und daß das Meridianstrombild bei Aenderung der Drehzahl oder des Gefälles unverändert bleibt. Durch die letztere Annahme, welche man wohl als Näherung für nicht zu große Abweichungen gelten lassen kann, gelingt es, die für eine Teilturbine durchgeführten Betrachtungen auf die ganze Turbine zu übertragen.

Sind der Ein- und Austrittsdurchmesser und der Ein- und Austrittswinkel für den mittleren Wasserfaden einer Teilturbine bekannt und kennt man ferner bei dem Gefälle H, der Wassermenge Q und der Drehzahl n den hydraulischen Wirkungsgrad ε, so lassen sich mit Hilfe der Eulergleichung die Geschwindigkeitsdreiecke bestimmen (Fig. 1). Den zu diesen gehörigen Betriebszustand wollen wir als Ausgangsstellung bezeichnen und von ihr ausgehend, einmal die Drehzahl und einmal das Gefälle ändern und die sich ergebenden Wirkungen bestimmen.

Für die Ausgangsstellung ist der hydraulische Wirkungsgrad einerseits durch die Eulergleichung, also durch

$$\varepsilon = 2\,(u_1\,c_{u1} - u_2\,c_{u2}) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

anderseits durch die Bilanzgleichung bestimmt, wenn man nach dem Vorgang von K. Körner[3]) die Einzelverluste, wie Leitapparat, Laufrad-, Saugrohr-, Stoß- und Drallverlust berücksichtigt. Es wird dann

$$\varepsilon = 1 - \zeta_1\,c_0^2 - \zeta_r\,w_2^2 - \zeta_s\,c_{m2}^2 - k\,c_{st}^2 - c_{u2}^2 \quad \ldots (2)$$

Aendern wir nun bei unveränderlichem Gefälle die Drehzahl, und zwar so, daß die neue Drehzahl $n_\nu = \nu \cdot n$ (3) wird, so werden sich auch der Wirkungsgrad, die Wassermenge und die Leistung ändern, und zwar sei der veränderte Wirkungsgrad ε_ν,

die veränderte Wassermenge $Q_\nu = \lambda_\nu \cdot Q \quad \ldots\ldots\ldots (4)$

und die veränderte Leistung $N_\nu = \sigma_\nu \cdot N, \quad \ldots\ldots\ldots (5)$

Für die neue Betriebsstellung nehmen dann die Geschwindigkeitsdreiecke die in Fig. 1 dargestellte Form an und die geänderten spezifischen Geschwindigkeiten ergeben sich wie folgt:

$$\left.\begin{aligned} &u_1' = \nu\,u_1;\ u_2' = \nu\,u_2;\ c_0' = \lambda_\nu\,c_0;\ c_{u_0}' = \lambda_\nu\,c_{u_0};\\ &w_2' = \lambda_\nu\,w_2;\ c_{m2}' = \lambda_\nu\,c_{u2};\ c_{u2}' = \lambda_\nu\,c_{u2} + (\nu - \lambda_\nu)\,u_2;\\ &\qquad c_{st}' = \lambda_\nu\,c_{st} + (\nu - \lambda_\nu)\,u_2. \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Der hydraulische Wirkungsgrad ist wieder einerseits durch die Eulergleichung

$$\varepsilon_\nu = 2\,(u_1'\,c_{u_0}' - u_2'\,c_{u2}') \quad \ldots\ldots (7)$$

anderseits durch die Bilanzgleichung

$$\varepsilon_\nu = 1 - \zeta_1\,c_0'^2 - \zeta_r\,w_2'^2 - \zeta_s\,c_m'^2 - k\,c_{st}'^2 - c_{u2}'^2 \quad \ldots (8)$$

gegeben.

Führt man in die Gleichungen 7.) und 8.) die Beziehungen 6), 1) und 2) ein, so nehmen dieselben folgende Form an:

$$\varepsilon_\nu = 2\nu \left\{ \lambda_\nu \frac{\varepsilon}{2} - (\nu - \lambda_\nu)\,u_2^2 \right\} \quad \ldots\ldots (9)$$

$$\varepsilon_\nu = 1 - \lambda_\nu^2(1 - \varepsilon) - 2\lambda_\nu(\nu - \lambda_\nu)(k\,u_1\,c_{u1} + u_2\,c_{u2}) - (\nu - \lambda_\nu)^2(k\,u_1^2 + u_2^2) \quad \ldots\ldots (10)$$

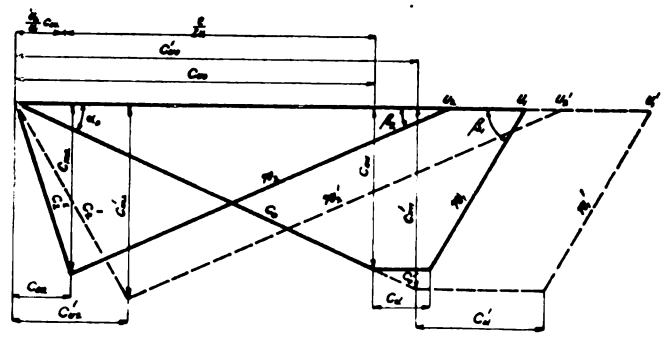


Fig 1.

[1]) R. Dubs, Die Eigenschaften der Wasserturbinen bei gleichbleibender Drehzahl und stark veränderlichem Gefälle. V. D. I. 24, S. 872.
[2]) R. v. Mises, Theorie der Wasserräder. Teubner 1908.
[3]) K. Körner, Ueber d. Wahl d. Geschwindigkeitsdiagramme von Francis-Turbinen. V. D. I. Jhrg. 1912, S. 1733.

Digitized by Google

Denken wir uns eine Turbine für die Ausgangsbetriebsstellung in m Teilturbinen geteilt, von denen jede die gleiche Wassermenge schluckt und für jede Teilturbine die zugehörigen Ein- und Austrittsdreiecke bestimmt, so gehört zu jeder solchen Teilturbine eine Gleichung 9) und 10). Greifen wir nun auf die eingangs gestellte Annahme, daß das Meridianstrombild keine Aenderung durch den Wechsel des Betriebszustandes erfährt, zurück, so bleibt das Verhältnis λ_v der Wassermenge für alle Teilturbinen gleich und da dasselbe auch für das Verhältnis ν der Drehzahl gilt, so kann man nach erfolgter Addition die zwei Gleichungsgruppen durch zwei Gleichungen ersetzen, welche sich von den Gleichungen 9) und 10) nur dadurch unterscheiden, daß in ihnen bedeutet:

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon_v \to \frac{\sum^m \varepsilon_v}{m} \text{ den Mittelwert des Wirkungsgrades für eine beliebige Betriebsstellung;} \\ \varepsilon \to \frac{\sum^m \varepsilon}{m} \text{ den Mittelwert des Wirkungsgrades für die Ausgangsstellung;} \\ u_1^2 \to \frac{\sum^m u_1^2}{m}, u_2^2 \to \frac{\sum^m u_2^2}{m}, u_1 c_{s1} \to \frac{\sum^m u_1 c_{s1}}{m}, u_2\, cu_2 \to \frac{\sum^m u_2\, cu_2}{m}, \\ \text{die nach den angegebenen Regeln genommenen Mittelwerte der spezifischen Geschwindigkeiten über die m Teilturbinen.} \end{array}\right\} \quad (11)$$

Eliminiert man aus den Gleichungen 9) und 10) λ_v, so erhält man eine in ε_v quadratische Gleichung

$$\varepsilon_v^2 A + \varepsilon_v B \nu^2 + C_1 \nu^4 - C_2 \nu^2 = 0 \quad \ldots\ldots (12)$$

mit der Lösung:

$$\varepsilon_v = \frac{1}{2A}\left\{\sqrt{4 A C_2 \nu^2 + (B^2 - 4 A C_1)\nu^4} - B\nu^2\right\} \quad (13)$$

Die gefundene Beziehung gibt den gesuchten Zusammenhang zwischen dem hydraulischen Wirkungsgrad und der Drehzahl bei konstantem Gefälle. Die Konstanten A, B usw. sind aus den Geschwindigkeitsdreiecken der Ausgangsstellung bestimmbar.

Es ist:

$$\left.\begin{array}{l} A = \frac{1}{4}\left\{1 + k u_1^2 + u_2^2 - \varepsilon - (k u_1 c_{s1} + u_2 c_{u2})^2\right\}, \\ B = 4 A u_2^2 + \left(\frac{\varepsilon}{2} + u_2^2\right)\left(k u_1 c_{s1} + u\, cu_2 + \frac{\varepsilon}{2} - k u_1^2\right), \\ C_1 = 2 B u_2^2 - 4 A u_2^4 + \left(\frac{\varepsilon}{2} + u_2^2\right)^2 \left(k u_1^2 - u_2^2\right) \\ C_2 = \left(\frac{\varepsilon}{2} + u_2^2\right)^2. \end{array}\right\} \quad (14)$$

Wirkungsgrad und spezifische Geschwindigkeiten bedeuten dabei Mittelwerte im Sinne der Gleichungen 11).

Ist der Wirkungsgradverlauf bestimmt, so ergibt sich die Aenderung der Schluckfähigkeit λ_v aus Gleichung 9):

$$\lambda_v = \frac{Q_v}{Q} = \frac{\varepsilon_v}{2\nu} + \nu \sqrt{\frac{u_2^2}{C_2}} \quad \ldots\ldots (15)$$

Da für den Leerlauf der Wirkungsgrad null ist, so folgt aus Gleichung 13) das zugehörige Drehzahlverhältnis

$$\nu_L = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \quad \ldots\ldots (16)$$

und aus Gleichung 15) das zugehörige Schluckverhältnis

$$\lambda_L = \sqrt{\frac{u_2^2}{C_1}} \quad \ldots\ldots (17)$$

Im festgebremsten Zustande, also für $\nu = 0$ wird der Wirkungsgrad ebenfalls null. Die Schluckfähigkeit der Turbine ergibt sich dann mit Benützung der Gleichungen 13) und 15) aus

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{1}{4A}} \quad \ldots\ldots (18)$$

Bezeichnen wir mit Δ die Differenz zwischen hydraulischem und effektivem Wirkungsgrad in der Ausgangsstellung, mit Δ_v diese Differenz in einer beliebigen Betriebsstellung; nehmen wir ferner an, daß das Moment der mechanischen Reibungen gleich bleibt und sehen wir schließlich von der Radseitenreibung und dem Spaltverlust ab, so wird wegen

$$\Delta = \frac{M_{mech}}{M_{th}} = \frac{M_{mech}}{\omega N_{th}} = \frac{M_{mech}}{\omega Q H}$$

$$\text{und } \Delta_v = \frac{M_{mech}}{\omega Q_v H}$$

$$\Delta_v = \Delta \frac{\nu}{\lambda_v} \quad \ldots\ldots (19)$$

und daher der effektive Wirkungsgrad

$$\eta_v = \varepsilon_v - \Delta_v = \varepsilon_v - \Delta \frac{\nu}{\lambda_v} \quad \ldots\ldots (20)$$

Mit letzterem ergibt sich schließlich noch die Leistungsänderung bei veränderlicher Drehzahl

$$\sigma_v = \frac{N_v}{N} = \lambda_v \cdot \frac{\eta_v}{\eta}, \quad \ldots\ldots (21)$$

wenn η den effektiven Wirkungsgrad in der Ausgangsstellung bedeutet.

Aus den gefundenen Beziehungen ist rechnungsmäßig das Verhalten von Ueberdruckturbinen bei konstantem Gefälle und veränderlicher Drehzahl bestimmbar. Bevor wir die Uebertragung auf veränderliches Gefälle und konstante Drehzahl vornehmen, sollen, um die Zweckmäßigkeit der gemachten Annahmen zu erweisen, die auf rechnerischem Wege gewonnenen Resultate mit zwei ausgeführten Bremsungen verglichen werden. Zu diesem Zwecke wurden die Charakteristiken für einen Langsamläufer ($n_S \sim 130$) und für einen Expreßläufer ($n_S \sim 370$) bestimmt. Als Beispiel für den Langsamläufer wurde das von Präsil[4]) gebremste Laufrad II gewählt. Die Ausgangsstellung wurde bei n = 155 Umd./min. angenommen, bei derselben ist Q = 600 l/sek., H = 4,8 m, $\eta = 0{,}85$, ferner wurde $\varepsilon = 0{,}88$ geschätzt und ist daher $\Delta = 0{,}03$. Da die Eintrittskante bei dieser Turbine auf einem konachsialen Zylinder liegt, so sind alle Eintrittsdreiecke gleich; nehmen wir ferner an, daß für die angenommene Ausgangsstellung die $u_2\, c_{2u}$ über die ganze Austrittskante konstant sind, so ist nur der Mittelwert über die zu nehmen. Der diesem Mittelwert zugehörige Durchmesser bestimmt sich aus $D_2 = \sqrt{\frac{\sum^m D_2^2}{m}}$ und die ganze Turbine wird in einem solchen Falle durch jenen Wasserfaden charakterisiert, der durch den am Austrittsdurchmesser D_2 liegenden Punkt der Austrittskante hindurchgeht. (W. 514.)

(Fortsetzung folgt.)

[4]) Präsil, Vergleichende Untersuchungen an Reaktions-Niederdruckturbinen. Schwz. Bztg. Bd. XLV, Nr. 7, 8, 10, 12, 13.

Digitized by Google

Rundschau

Persönliches.

An die Lehrkanzel für Wasserkraftmaschinen der Technischen Hochschule in Wien wurde Herr

Dr.-Ing. E. Feifel

als Nachfolger des verstorbenen Professors A. Budau berufen. Dr. Feifel war Oberingenieur der Fritz Neumeyer A.-G. in München und ist nach deren Auflösung als beratender Ingenieur des Direktors des Maschinenbautrust in Leningrad tätig.

Energiewirtschaft.

Zur deutschen Energiewirtschaft.

Auf der 34. Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke in Düsseldorf am 23./25. Juni 1926 äußerte sich Direktor Meier, Dieringhausen, in einem beachtenswerten Diskussionsbeitrag zur Frage der Braunkohlenwirtschaft. Diese sei, wie Direktor Meier ausführt, ein Raubbau eines an Rohstoffen armen Landes, das von der Natur zur höchsten Sparsamkeit in der Ausnützung seiner Bodenschätze gezwungen sei. Kennzeichnend für unsere Verhältnisse sei die römische Rechtsauffassung mit ihrer schrankenlosen Ausbeutungsmöglichkeit der Bodenschätze und Naturkräfte, welche doch eigentlich ein Besitztum der Allgemeinheit darstellen. Um die Produkte unserer Farbenchemie beneide uns die ganze Welt und das Fundament dieser Industrie werde ohne Bedenken auf den Rost geworfen statt höchstwertig und sparsam ausgenützt. Das Problem der Kohlenveredelung als Grundlage sparsamsten Gebrauchs unserer Braunkohlenschätze, deren Lebensdauer bezüglich der bekannten Lagerstätten nur auf 40—50 Jahre zu veranschlagen sei, müsse die Zukunft beherrschen. Nach anderen Angaben[1]) kann die Abbauzeit der im Tagebau gewinnbaren Braunkohlen von etwa 10,2 Mia t unter Zugrundelegung der Jahresförderung von 1925 auf etwa 90 Jahre, jene der im Tiefbau gewinnbaren Braunkohle von rund 12 Mia t auf etwa 80 Jahre veranschlagt werden. Wenn auch diese Schätzungen theoretischer Natur sind, und die von Direktor Meier gegebene Zahl wesentlich überschreiten, so zeigen sie doch die Wichtigkeit der auch in diesen Spalten schon wiederholt betonten Gesichtspunkte:

Möglichste Umstellung des industriellen Groß-Energieverbrauchs auf Wasserkräfte[2]) und, soweit Braunkohlenenergie für höherwertige Energieversorgung (Landesversorgung, Spitzendeckung, Bahnstromversorgung) notwendig ist, möglichste Veredelung des Rohmaterials. (W. 933.)

Wasserkraftanlagen.

Der untere Lirifluß in Mittelitalien mit einer Wassermenge von 15 bis 30 m³/sec wird in den Kraftwerken Ceprano und Ponte Fiume ausgenützt. Ersteres Kraftwerk (das anfangs 1927 in Betrieb kommen wird) leitet das Betriebswasser durch einen 4 m weiten, 3950 m langen Stollen in einen kleinen Stausee, von welchem eine fast 1 km lange Druckleitung zum Kraftwerk führt, das für drei Einheiten von je 5600 PS bemessen wird, von denen vorerst nur zwei aufgestellt werden. Bei 52 m Gefälle und 23 m³/sec stellt sich die Jahreserzeugung auf 50 Millionen kWh. Das bereits vollendete Kraftwerk Ponte Fiume besitzt 16 m Gefälle, welche durch eine über den Liriflu**ß** errichtete Staumauer von 12 m Höhe gewonnen werden. Die Mauer enthält fünf Oeffnungen von je 7×5,5 m, deren Tore durch Preßöl betätigt werden, das durch eine kleine, in der Mauer eingebaute Turbine erzeugt wird. Im Kraftwerk sind drei Maschinensätze von 2×4500 und 1×2250 kVA bei 12 650 V und 50 bis 42 Per./sec aufgestellt.

(„L'Energia Elettrica".) (W. 837.)

Neue Wasserkraft- und Schleusenanlagen im Kongostaat. Um die bisher nicht ausgenutzten Wasserkräfte des unteren Kongo, die zwischen Léopoldville und Matadi bei rund 280 m Höhenunterschied auf etwa 100 Mio PS Leistung geschätzt werden, zu verwerten und den Fluß bis Léopoldville herauf schiffbar zu machen, beabsichtigt man von französischer Seite, zwischen den beiden Orten sieben Schleusenanlagen und sieben Kraftwerke zu errichten. An der Küste wäre ein Hafen für Seeschiffe bis zu 10 000 t zu bauen. Insgesamt müßte über eine Milliarde Goldfranken aufgebracht werden. („Le Génie Civil".)

Ausbau der isländischen Wasserkräfte.

Durch das Handelsministerium wurde eine sechzigjährige Konzession der isländischen Regierung an die Chemischen Werke Islands und an die Dänisch-Isländische Baugesellschaft für den Ausbau der Wasserkräfte im Norden des Landes bestätigt. Es sollen fünf große Waserfälle in Arnafjord mit einer Leistung von 40 000 PS ausgebaut werden. Die Kraftwerke müssen entsprechend dem Vertrag in drei Jahren fertiggestellt sein. (Electrical-World v. 3. 7. 26.) (W. 908.)

Vulkanische Formationen bei der Wasserkraftanlage Nr. 3 am Pit River.[1]) (Beim Bau dieser Hochdruckanlage mit 100 m Gefälle bereiteten die lavaartigen Formationen erhebliche Schwierigkeiten. Die Gründungssohle der 45 m hohen Schwergewichtsmauer wurde durch 2400 lfd. m Bohrlöcher und Einspritzen von 13 000 Sack Zement gedichtet. Die Energievernichtung an der Ausmündung der Grundablässe geschieht durch Betonblöcke von rechteckigem Querschnitt. Der unter schwierigen Verhältnissen vorgetriebene Stollen (s. E. N. R. vom 31. Juli 1924) erhielt eine für den vollen Wasserdruck berechnete Eisenbetonauskleidung. Das Wasserschloß von 17 m Durchmesser ist seitlich vom Druckstollen angeordnet. Drei Druckrohre von 3,20 m Durchmesser, drei Francisspiralturbinen mit senkrechter Welle in üblicher Anordnung).

(W. 786). Gerstenberger.

Wasserbau

Zerstörungen von Erdstaudämmen.

In Amerika haben sich in letzter Zeit wieder zwei Brüche von Erdstaudämmen ereignet, von denen der eine durch die Ueberströmung der Dammkrone, der andere hingegen durch vom Frost verursachte Hohlraumbildung im Dammkörper ohne Ueberströmung verursacht war.

Der erste Fall (Engineering News Record Nr. 22 v. 3. VI. 26) betrifft den Puddingstone-Staudamm bei Los Angeles (Cal.), einen Staudamm von 15 m Höhe, der am 7. April 1926 in der aus Abbildung 1 ersichtlichen Weise zerstört wurde.

Der Damm war in Trockenschüttung hergestellt worden. Er sollte vor allem dazu dienen, ein Sammelbecken für die mittels hydraulischen Schwemmverfahrens geplante Erhöhung des Dammes auf insgesamt 45 m Höhe zu bilden. Die auf der Wasserseite aufgebrachte Betonschale reichte nur bis 6 m unter Dammkrone und sollte nur dem Zweck dienen, den Damm gegen den Sammelweiher abzudichten. Eine Hocherführung dieser Betonschale war auch für die Erhöhung des Dammes auf 45 m nicht vorgesehen. Der Damm besaß keinen Hochwasserüberfall, für die Hochwasserabführung war ein Umlaufstollen von 2,10×1,20 m Querschnitt vorhanden. Außergewöhnlich starke Regengüsse, deren Stärke mit 12—20 cm in 24 Stun-

1) Nach freundlichen Angaben von Herrn Dipl.-Ing. Hirz, Halle a. S.
2) Vgl. Dr. Waeser, Die Verwertung der Wasserkraft für die chemische und metallurgische Industrie; ferner Dr. Debar, Wasserkraft und Aluminium, beides im „Wasserkraft-Jahrbuch" 1925/26, von Dantscher und Rendl, Richard Pflaum-Verlag, A.G., München.

1) Von W. Prever, Engineering News Record, Vol. 96, Nr. 4 v. 28. I. 26, S. 144/49 m. 6 Abb.

Digitized by Google

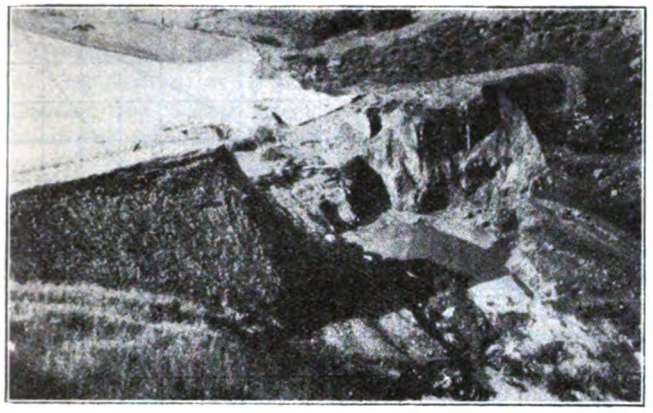


Abb. 1. Der Puddingstone-Damm nach dem Bruch.

den und einer Spitze von 1,25 cm in 1 Minute angegeben wird, füllten das Becken schnell an, wobei unglücklicherweise der Stolleneinlauf durch Treibholz und Gestrüpp teilweise versetzt wurde. Trotz größter Anstrengung konnte das Ueberströmen der Dammkrone nicht verhindert werden, und die Zerstörung des Dammes vollzog sich in weniger als einer halben Stunde. Die durch die entstandene Lücke abfließende Wassermenge wurde nachträglich zu etwa maximal 280 m³/sec errechnet.

Der zweite Fall betrifft den Loch Alpine Staudamm bei Delhi (Mich.), der in den Jahren 1925/26 in Trockenschüttung mit Böschungen 1 : 2 hergestellt worden war. Der Boden war sorgfältig ausgewählt, alle Steine waren entfernt worden. Die Arbeiten waren bis Anfang des Winters fortgeführt worden. Der Damm wird von einem Grundablaß in Beton von 2×2 m Querschnitt durchzogen, der am wasserseitigen Ende den Ueberfallturm für die Hochwasserentlastung trägt.

Infolge starker Schneeschmelze stieg am 8. April 1926 trotz geöffneter Grundablaßschütze das Wasser im Becken innerhalb 12 Stunden bis etwa 0,30 m über die Ueberfallkante der Hochwasserentlastung. Dieser Zustand dauerte etwa 6 Stunden an. In der folgenden Nacht fand das Wasser eine schwache Stelle im Damm, es bildete sich ein Riß und am Morgen war das Becken leer. Abbildung 2 zeigt die entstandene Zerstörung.

Abb. 2. Die Bruchstelle des Loch Alpine Dammes. Die gefrorene Erdkruste ist gut sichtbar.

Etwa 3000 m³ Bodenmassen waren weggeschwemmt worden, über der Ausspülung war zum Teil eine gefrorene Erdkruste erhalten geblieben. Die angestellten Untersuchungen ergaben, daß das angewandte Schüttmaterial gut gemischt und sehr dicht war. Dagegen ist eine Materialauflockerung und Hohlraumbildung im Dammkörper nachträglich dadurch verursacht worden, daß bei Beginn der Frostperiode der soeben fertiggestellte Erddamm seine Setzung noch nicht vollendet hatte, indem eine festgefrorene Kruste als Glocke über dem sich setzenden Damminnern stehen blieb. Da überdies trotz der stark kiesigen Beschaffenheit des die Talfläche ausfüllenden Materials besondere Vorkehrungen zur Verhinderung von Durchsickerungen unter dem Damm hindurch nicht getroffen worden waren, konnte das Wasser im Innern des Dammes nach oben bis unter die gefrorene Kruste emporsteigen. Die dort vorhandenen Hohlräume begünstigten dann die Bildung der ersten Wasseradern. Möglicherweise hat sich auch der durch das Füllen des Beckens zum Auftauen gebrachte untere Teil der Erdkruste von dem stehengebliebenen oberen glockenförmigen Teile nach unten losgelöst. (W. 856.) Ce.

Wasserkraftmaschinen.

Der Wirkungsgrad der Wasserturbinen, der sich unter dem Zwang der Konkurrenz in den letzten 25 Jahren von einem Durchschnittswert von anfänglich 75% allmählich bis über 90% gesteigert hat und damit an der oberen Grenze des Möglichen angekommen ist, trägt wohl den technischen Gesichtspunkten bester hydraulischer Durcharbeitung Rechnung, es erscheint aber als offene Frage, ob die letzten Prozent solcher Wirkungsgrade nicht durch konstruktive Maßnahmen im Hinblick auf die Anforderungen des Dauerbetriebes zu teuer erkauft sind und ob nicht anderseits der Zwang nach Material- und Gewichtsersparnis, wie ihn der Wettbewerb aufdrängt, im Verein mit den Maßnahmen zu solch hohen Wirkungsgraden die Eignung für den Dauerbetrieb doch herabzusetzen geneigt ist.[1]) Pfau führt neben dem technischen Wirkungsgrad η_t noch den kommerziellen Wirkungsgrad η_k ein, welcher letztere alle in der Turbine liegenden Betriebsstillstände für Revision, Instandsetzung usw. enthält, also das Verhältnis der wirklich erzeugten Jahresarbeit der Turbine zur theoretisch möglichen Jahresarbeit ausdrückt. Bezeichnet man mit L_1 den Arbeitsausfall durch Stillstand, mit L_2 die Reparaturkosten, mit L_3 die Aufwendungen für die während der Stillstandszeit bezogene Fremdenergie, so wird mit L als verfügbarer Jahresarbeit der kommerzielle Wirkungsgrad

$$\eta_k \quad \eta_t \cdot \frac{L - L_1 - L_2 - L_3}{L} = \eta_t \cdot \left[1 - \frac{L_1 + L_2 + L_3}{L}\right].$$

An mehreren Beispielen zeigt der Verfasser, daß auf diese Weise der technische Wirkungsgrad einer Hochdruckfrancisturbine von 90% durch einen jährlichen Stillstand von drei Wochen und durch Reparaturkosten von 5000 schw. Fr., sowie einen Ersatzarbeitspreis von 5 Rp/kWh auf einen kommerziellen Wirkungsgrad von etwa 79% heruntergedrückt wird. Dagegen besitzen in einem Gegenbeispiel die Löffelradturbinen der Anlage Big Creek von 23000 PS bei 600 m Gefälle einen technischen Wirkungsgrad von 87% und einen erfahrungsmäßigen kommerziellen Wirkungsgrad von 85,5%, sind also der scheinbar weit besseren Francisturbine hinsichtlich der Ausnutzung des Anlagekapitals wesentlich überlegen.

Kapitalisiert man den Unterschied der Einnahmen, so ist es kaum denkbar, daß die Mehrkosten einer solchen Freistrahlturbinenanlage gegenüber Hochdruckfrancisturbinen diesen Unterschied aufbrauchen würden. Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß bei der konstruktiven Durchbildung der Turbinen ganz besonders auf leichteste Zugänglichkeit und größte Widerstandsfähigkeit gegen alle Einflüsse, welche Anfressungen und dgl. hervorrufen können, zu achten ist, damit nicht nur der Stillstand zeitlich verringert, sondern auch die allmähliche Herabsetzung des technischen Wirkungsgrades und damit der erzeugbaren Leistung vermieden wird. Der Verfasser sieht die Hauptaufgabe des Turbinenkonstrukteurs darin, größten technischen Wirkungsgrad mit höchsten kommerziellen Wirkungsgrad zu verbinden, um eine bestmögliche Rentabilität des Anlagekapitals sicher zu stellen. (W. 867.)

[1]) Nach einem Aufsatz von Pfau, Consulting Engineer der Allis-Chalmers Mfg. Co., Milwaukee, in „Schweiz. Bauztg.", 1926, Bd. 88, H. 13.

Digitized by Google

Verbesserung der Wirkungsgrade von Wasserturbinen durch Lufteinlaß in das Laufrad.

In „Power" Heft 16 v. 19. Okt. 1926 berichtet S. Logan Kerr über die Möglichkeit, in Nieder- und Mitteldruck-Wasserkraftanlagen eine Steigerung des Wirkungsgrades dadurch zu erreichen, daß man eine kleine Menge Luft in das Laufrad einströmen läßt. Die Folge des Lufteinströmens ist, daß die Wirbelverluste im Laufrad verringert werden und im Saugrohr keinerlei rückläufige Strömungen mehr auftreten können, welche sonst bei Teilbeaufschlagungen beobachtet werden. Die Vorteile, die das Einlassen von Luft mit sich bringt, lassen sich nur bei kleinen Belastungen erzielen, wo eben die erwähnten Verluste schon ziemlich beträchtlich sind. Dagegen stellt man ein Sinken der Wirkungsgrade fest, wenn man bei Vollast Luft einströmen läßt.

Der Lufteinlaß geschieht durch Löcher im Leitraddeckel, wobei die Luft durch das Laufrad in das Saugrohr gelangt. Ein anderes Verfahren besteht darin, in dem Mittelkern des Saugrohres ein Rohr hochzuführen und es genügend weit in den inneren Strömungsbereich hineinragen zu lassen. Diese

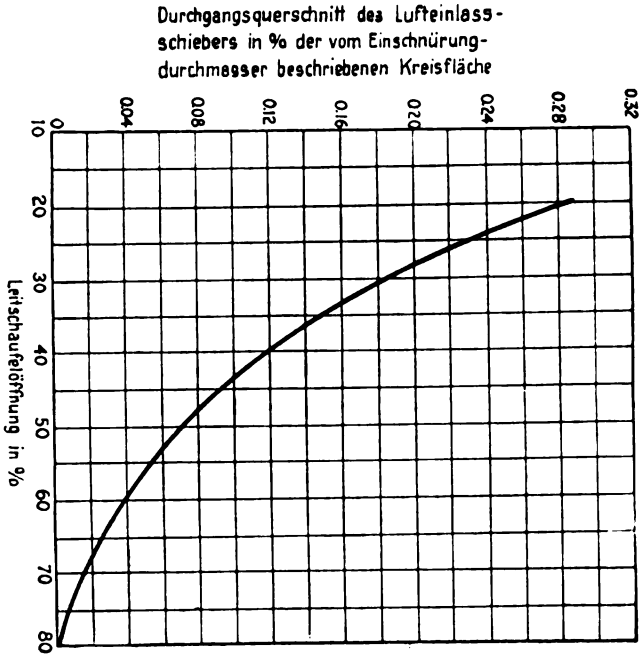


Abb. 1. Oeffnung des Lufteinlaßventils.

innere Zone hat bei Teillasten Neigung zum Rückströmen; mit einem bis an das Laufrad reichenden Mittelkern (Abb. h und i Seite 36, Heft 4 des Jahrganges) ist die ungeordnete Strömung großenteils unmöglich, aber bei sehr kleinen Leitschaufelöffnungen macht sie beinahe 60% des gesamten Saugrohrquerschnittes aus. Der Lufteinlaßschieber muß so konstruiert sein, daß er zusammen mit den Leitschaufeln der Turbine betätigt werden kann. Er muß nachstellbar sein und seine richtige Einstellung an Ort und Stelle ausprobiert werden. Die größte Oeffnung ist im Leerlauf nötig; dabei ist der freie Querschnitt ungefähr ½% des vom Laufradeinschnürungsdurchmesser beschriebenen Kreises.

Um den richtigen Sitz des Lufteinlaßschiebers zu bestimmen, gibt es mehrere Methoden, von denen die einfachste die Feststellung der Leistung in Abhängigkeit von der Leitschaufelöffnung ist, da sie ohne große Vorbereitungen und ohne Wassermessung gemacht werden kann. Zunächst bestimmt man die Leistung bei geschlossenem Lufteinlaßschieber; die folgenden Meßreihen werden mit verschiedenen Oeffnungen des Lufteinlaßschiebers durchgeführt. Auf diese

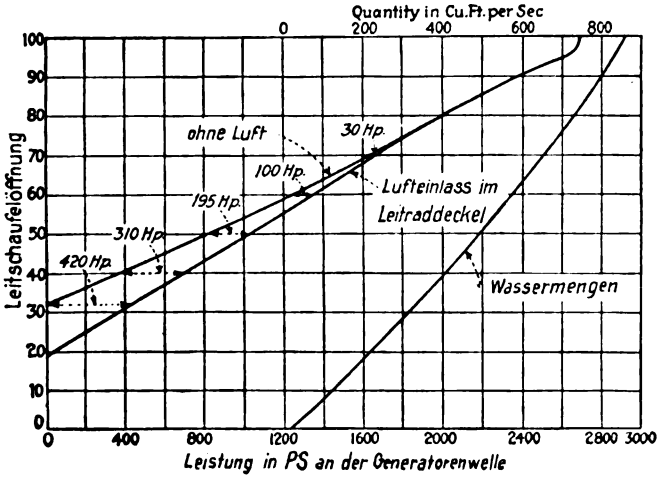


Abb. 2. Bremsergebnis.

Weise gewinnt man eine Reihe von Kurven, welche die Leistung abhängig von der Leitschaufelöffnung bei jeweils konstanten Lufteinlaßöffnungen darstellen. Daraus kann man die Aenderung der Leistung bei konstanter Leitschaufelöffnung mit der Oeffnung des Lufteinlaßschiebers bestimmen. Indem man noch die besten Leistungswerte aufsucht, findet man schließlich die Abhängigkeit der Stellung des Lufteinlaßschiebers von der Leitschaufelöffnung (Figur 1). Eine andere Methode besteht darin, die Turbine bei gleichbleibender Leitschaufelöffnung laufen zu lassen und den Lufteinlaßschieber solange zu regulieren, bis die Leistung der Turbine einen Größtwert erreicht; dies hat man für verschiedene Leitschaufelöffnungen zu wiederholen.

Nach dem erstgenannten Verfahren wurde die Bremsung einer vertikalen Einrad-Propellerturbine hoher Schnelläufigkeit von 2500 PS Leistung bei 9,2 m Gefälle vorgenommen. Die Abbildung 2 zeigt den Leistungsgewinn abhängig von der Leitschaufelöffnung. Ohne Lufteinlaß läuft die Turbine bei 32% Leitschaufelöffnung gerade leer, mit Lufteinlaß dagegen leistet sie bei derselben Leitschaufelöffnung noch 420 PS. Der größte Wirkungsgradgewinn ist ungefähr 7% bei 400 PS Leistung, wie man aus Abbildung 3 sieht. Da an dieser Anlage die Aenderung der Wassermengen vorläufig nicht festgestellt werden konnte, wurde dieses an einem Modell festgestellt mit dem Ergebnis, daß die Wassermenge beim Betrieb mit Lufteinlaß bei gleicher Leitschaufelöffnung etwas kleiner ist als beim Betrieb ohne Lufteinlaß; der Unterschied beträgt etwa ½%.

Soweit der amerikanische Bericht. Der vorsichtige Kon-

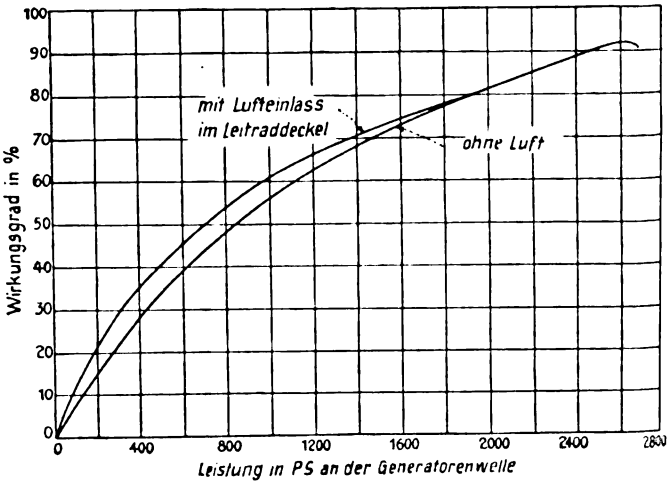


Abb. 3. Wirkungsgrade mit und ohne Lufteinlaß.

Digitized by Google

strukteur oder Krafthausbesitzer wird zwar vielleicht einige Bedenken gegen diese Methode haben, weil er vielleicht Korrosionen fürchtet; es ist nicht anzunehmen, daß zwischen der Luft und dem Wasser eine klare Scheidewand sich ausbildet, sondern in den Teilen, in welche die Luft einströmt und sich ein regelrechter Luftkern halten kann, werden sich sicherlich auch Wassertropfen bewegen und umgekehrt werden in den benachbarten Zonen, die normalerweise von Wasser ausgefüllt sind, auch einzelne Luftbläschen sich vorfinden. Außerdem spielen sich bei Schnelläufern die ganzen Vorgänge im Gebiete hohen Vakuums ab und schließlich sind ganz erhebliche Druckänderungen bei relativ kurzen Weglängen möglich, so daß eventuelle Expansionen der Luft explosionsartig vor sich gehen. Auf der anderen Seite steht natürlich der relativ beträchtliche Gewinn an Leistung bei ganz kleinen Leitschaufelöffnungen, der gerade für deutsche Verhältnisse von nicht zu unterschätzender Bedeutung wäre. Vielleicht würden dann die Klagen über die Wasserverschwendung während der frühen Morgenstunden, wo große Maschinen nur mit ⅛ der Vollast fahren, verstummen. 420 PS, also rund 1/6 der Vollast, statt Leerlauf ist eine Zahl, die keines Kommentares bedarf. (W. 889.) Schilhansl.

Saugrohrzerfressungen als Ursache von Leistungsminderung. Im Heft 15 vom 12. Okt. 1926 des „Power" bespricht M. B. Thurston einen ihm bemerkenswert erscheinenden Fall, wo eine Turbine nach 12jährigem anstandslosem Betrieb in der Leistung zurückzugehen begann, zuerst allmählich und dann plötzlich um 10%. Die Turbine wurde darauf in allen Teilen überholt und wies bei der Wiederinbetriebsetzung eine Leistungsabnahme von 25% auf. Eine Kontrolle des Saugrohres ergab, daß durch das ursprünglich 4 mm dicke Blech beträchtliche unregelmäßige Löcher gefressen waren, welche ungefähr 2,5 m über dem Unterwasserspiegel lagen. Nachdem das Gesamtgefälle 10,4 m beträgt, ist eine Leistungsabnahme von 25% durchaus erklärlich. Durch Saugrohrauswechslung wurde die alte Leistung wieder erreicht. (W. 881.)

Schilhansl.

Wasserversorgung

Ein neues Wasserwerk in Köln.

Das Kölner Grundwasserwerk Hochkirchen hat zurzeit mit 100 000 m³ täglicher Förderung die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht. Zur Behebung der Druckverminderung soll eine neue Förderanlage im Norden von Köln, zwischen Weiler und Worringen errichtet werden. Das Wasserwerk soll vorerst für 75 000 m³/Tag gebaut und später auf die doppelte Leistung gebracht werden. Das Pumpwerk westlich der Eisenbahnstrecke Köln—Neuß soll mit einer 4,2 km langen Fassungsanlage aus den alluvialen und diluvialen Kiesschichten schöpfen. Ein Pumpversuch hat 40 l/sec bei 1,8 m Spiegelsenkung ergeben. Es werden Rohrbrunnen von 200 mm Lichtweite im Abstand von 11,50 m niedergebracht. Die Heberleitungen mit 1100 mm Anfangsdurchmesser werden in begehbaren Betonkanälen verlegt. Von den acht vorgesehenen Kreiselpumpen mit Dieselmotorantrieb kommen vorerst drei Aggregate zur Aufstellung, die aus 18 m tiefem und 5,5 m l. L. weitem Sammelbrunnen saugen. Die Förderhöhe soll 68 m betragen, die Druckrohrleitung bis zum bestehenden Verteilungsnetz wird 900 mm weit. („Gas und Wasserfach", 1926, H. 26.) (W. 907.)

Literatur

Zeitschriftenschau

siehe rückwärtiger Inseratenteil Seite IV, VI und VIII.

Buchbesprechungen

Das preußische Wassergesetz vom 7. April 1913. Kommentar von Arthur Born, Erster Bürgermeister i. R., Berlin 1926, Verlag von Franz Vahlen.

Das Schwergewicht seiner Arbeit verlegt der Verfasser darauf, zu den einzelnen Bestimmungen des Wassergesetzes die Begründung des Regierungsentwurfs, die parlamentarischen Verhandlungen sowie die Entscheidungen des Reichsgerichts, Oberverwaltungsgerichts, Landeswasseramts und Kammergerichts im Auszuge zusammenzutragen. Leider wird es dabei übersehen, daß die Entscheidungen, wie sie die Mitglieder des am 1. April 1924 in das Oberverwaltungsgericht eingegliederten Landeswasseramts herausgegeben haben, nur noch das erste Halbjahr 1923 umfassen. Was an geeigneten Beschlüssen später von dem Landeswasseramt und sodann vom Wasserwirtschaftlichen Senat des Oberverwaltungsgerichts ergangen ist, findet sich in der Zeitschrift für Agrar- und Wasserrecht, Band 4 und folgende Jahrgänge, veröffentlicht. Die zahlreichen, zum Teil recht bedeutsamen Beschlüsse aus dem zweiten Halbjahr 1923 und der nachfolgenden Zeit bleiben seitens des Verfassers unberücksichtigt. Als Beispiel mag der Beschluß des Senats vom 21. März 1924 dienen; er betrifft das Wasserkraftwerk bei Dörverden an der Weser und behandelt aus dem Wassergesetz die §§ 49 Absatz 4 und 54, aus dem Staatsvertrage von 1921, betreffend den Uebergang der Wasserstraßen von den Ländern auf das Reich, den § 3. Die Beachtung des Beschlusses würde, wie angenommen werden darf, den Verfasser auch zu Erwägungen darüber bestimmt haben, ob es nicht zur Erhöhung der Brauchbarkeit des Werkes mit beigetragen haben würde, wenn er in dem eigentlichen Text des Wassergesetzes die Aenderungen, etwa unter Sperrdruck, zum Ausdruck gebracht hätte, welche durch die spätere Gesetzgebung hervorgerufen sind. Bestimmungen, auf welche das Wassergesetz Bezug nimmt oder welche nach Auffassung des Verfassers später auf den gesetzlichen Wortlaut von Einfluß gewesen sind, gibt er freilich in einem angefügten Anhang wieder. Ein Hinweis aber, welche Stelle dort in Frage kommt, wird keineswegs überall in der Anmerkung zu dem unverändert gebliebenen Wortlaut des Wassergesetzes geboten. Darüber hinaus ist die Frage, in welchem Umfang die neuere Vorschrift auf das Wassergesetz zurückgewirkt hat, gewiß nicht immer ganz einfach zu lösen. Ob seitens des Verfassers die Prüfung in jedem Falle überhaupt vorgenommen worden sei, läßt der gebotene Stoff nicht erkennen. Wie endlich noch angeführt werden muß, können die Auffassungen darüber auseinandergehen, was im einzelnen in dem Anhang hätte Platz finden sollen. Vermutlich dürfte indessen mancher Benutzer es schmerzlich vermissen, wenn zum Beispiel die zu dem Wassergesetz ergangenen Ausführungsbestimmungen der Ministerialinstanzen, ohne Mitteilung über den Inhalt der getroffenen Anordnungen, erwähnt werden, obschon diese naturgemäß für die alltägliche Praxis unentbehrlich erscheinen; mit der Angabe, die Vorschriften enthalte das Ministerialblatt für die Landwirtschaft, wird kaum einem größeren Kreise geholfen sein.

Das Born'sche Werk, als Ganzes betrachtet, kann, wenn auch nicht als Kommentar in des Wortes eigentlicher Bedeutung angesehen, so doch als Handausgabe immerhin da verwandt werden, wo es sich um den Wortlaut einer wassergesetzlichen Vorschrift, ihre Entstehung und die dazu ergangenen höchstinstanzlichen Entscheidungen handelt, ohne daß eine Notwendigkeit vorliegt, in das Gesetz selbst tiefer einzudringen. (W. 940.)

K.

Die Maschinen- und elektrischen Einrichtungen des 1. Ausbaues der Wasserkraftanlagen der Mittleren Isar A.-G., Veröffentlichungen der Mittleren Isar A.-G. München.

Digitized by Google

Heft 2, 30 Seiten mit 39 Abbildungen. Berlin 1926, Verlag Julius Springer. Preis broschiert RM. 2.—.

In dankenswerter Weise gibt die Mittlere Isar eine kurz zusammengefaßte Beschreibung von Dr. Schenck über die gesamten Maschineneinrichtungen der Werke der Mittleren Isar, von der Wehranlage beginnend bis zu den Schaltanlagen und der Zentralbefehlsstelle für die sämtlichen Kraftwerke in Finsing mit ihren interessanten Behelfen zur dauernden Darstellung aller hydraulischen und elektrischen Betriebsverhältnisse. Es ist wertvoll, daß durch solche Veröffentlichungen die Einzelheiten unserer Großkraftanlagen rückhaltlos bekannt werden und man darf den weiteren Veröffentlichungen jener Stelle mit Interesse entgegensehen.

(W. 922.) Ing. C. Reindl.

Die Durchführung der Bauarbeiten beim ersten Ausbau der Wasserkraftanlagen der Mittleren Isar-A.-G. Veröffentlichung der Mittleren Isar-A.-G., Heft 3, 64 S., 24×31,5 cm, mit 93 Abbildungen und 7 Plantafeln. — München 1926, Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A. G. — Preis RM. 3.60.

Der vorstehend erwähnten Veröffentlichung schließt sich in rascher Folge der ausführliche Bericht über die gesamten Bauarbeiten, über die der Ausführung der Einzelheiten zugrunde liegenden Erwägungen und über die bautechnische Ausführung selbst an. Das mit instruktiven Abbildungen reich ausgestattete Heft geht von einer kurzen Uebersicht über den Entwicklungsgang von den ersten Entwürfen des Ministerialrats Stengler aus und würdigt die Verdienste des zu früh verstorbenen Dr. Rümelin für die endgültige Formgebung des Gedankens. Die eingehenden Beschreibungen der Wehranlagen, der drei Kraftwerke Finsing, Aufkirchen und Eiting, der zwischenliegenden Kanalhaltungen und Nebenbauwerke reihen sich an bis zu den außerordentlich ausgedehnten Bauinstallationen und dem Hilfskraftwerk. Die Ausführungen sind mit reichen Planbeilagen, Detailzeichnungen und Normalprofilen erläutert. Druck und Abbildungen entsprechen in ihrer vorzüglichen Ausführung dem Wert des Inhaltes.

(W. 952.) Ing. C. Reindl.

Voith-Turbinen. Druckschrift von J. M. Voith, St. Pölten, Nr. T 126, 63 Seiten mit vielen ein- und mehrfarbigen Abbildungen.

Die vorliegende Schrift geht im Rahmen der Firmen-Propagandaschriften wohl erstmals einen neuen Weg, indem sie statt der üblichen Strichzeichnungen von Plänen und Schaubildern nach Photographien sich einer wohlgelungenen Verbindung zwischen technischer Darstellung und künstlerischer Wiedergabe bedient durch vielfarbige zartgetönte perspektivische Schnittdarstellungen, die wie Modellschnitte durch ganze Anlagen und Anlagenteile wirken. Diese Art der Darstellungsweise ist ebenso instruktiv auch für den Laien wie hübsch und trotz Künstlerhand auch für den Fachmann streng richtig. Ein knapper Text hebt das Wesentlichste hervor, was von bemerkenswerten Ausführungen und allgemein kennzeichnenden Erläuterungen zu sagen ist. Als originell muß die Darstellung der Verwendungsbereiche der verschiedenen Turbinenarten erwähnt werden: einer farbigen Landschaft mit den kennzeichnenden Wasserverhältnissen vom hohen Wasserfall mit kleiner Wassermenge bis zur Niedergefällsstufe im breiten Strom sind die zugehörigen Laufradtypen vom Peltonrad bis zur Propellerturbine eingefügt.

(W. 928.)

Neuere Bauformen von Elektrodendampfkesseln, von Regierungsrat Dr.-Ing. Zeulmann, 13 Seiten mit 28 Abbildungen. Berlin 1926, V.D.I.-Verlag. Preis broschiert RM. 1.80.

Die Schrift gibt einen kurzen Ueberblick über den gegenwärtigen Stand des Elektrodenkessel-Wesens und unterrichtet über die Konstruktionsgrundsätze der heute üblichen Kesselformen für Niederspannung und Hochspannung, insbesondere deren Regulierungsmöglichkeit und Betriebseigenschaften. Das Problem der betriebssicheren Regulierung dieser Kessel durch Veränderungen des Wasserquerschnittes um die Elektroden hat, beginnend von der Lösung des Brockdorff-Kessels und seiner Theorie, zu den verschiedenartigsten Ausführungen geführt, darunter auch zu einer der Turbinenregelung nachgeahmten Regulierung mit isolierenden Drehschaufeln um die Elektrode. — Die Frage, welche Kesselbauarten wohl die zweckmäßigsten seien, ist in der verhältnismäßig kurzen Zeit der Anwendung der verschiedenen Systeme noch nicht zweifelsfrei zu beantworten. Für die Wahl geeigneter Kesselformen gibt die Druckschrift aber Anleitungen, welche bei der Wichtigkeit der Ueberschußstromausnutzung für Wärmezwecke von Wert sind. (W. 780).

Kraftwerk Wäggital, populär technische Darstellung von Ing. E. Bütikofer. 81 Seiten, mit 52 Abbildungen. Solothurn 1926, Verlag Vogt-Schild. Preis brosch. Schw. Fr. 2.—.

Die Schrift will keine technische Abhandlung über das Kraftwerk sein, sondern eine populäre Darstellung des Werdeganges, des Zwecks und der Ausführung dieses Kraftwerkes, daß in weiten Kreisen, auch über die Schweiz hinaus, schon deshalb Interesse erregte, weil ein großer Teil der Ortschaft Innertal in dem 60 m tiefen künstlichen Stausee verschwinden mußte; ein bei uns in diesem Umfang immerhin seltenes Vorgehen der Technik gegen die Natur. Die mit ausgewähltem Bildermaterial ausgestattete Schrift ist außerordentlich ansprechend geschrieben, so daß sie auch dem Fachmann, der die technischen Einzelheiten aus anderen Quellen schöpft, Genuß beim Lesen bieten wird. (W. 827.) Ing. C. Reindl.

Eingegangene Bücher.

Svenska Elektricitetsverksförenings Statistik för driftsaret 1925. På uppdrag utarbetad av C. O. Rahm, Ingeniör. — 135 S. Hälsingborg, 1926, A. B. Ernst Bergstens boktryckeri. — Preis schwed. Kr. 10.—.

Enthält: Allgemeine Angaben; genaue Angaben über die Kraftmaschinen, Generatoren und Umspanner; Fernleitungs-Angaben; Anschlußziffern; Jahresarbeit; Energieverbrauch; detaillierte Kosten der Kraftwerke und Verteilungsanlagen; finanzielle Ergebnisse. — Die Statistik bietet außerordentlich reichhaltiges Vergleichsmaterial.

Der Grundbau. 1. Band: Baugrund, Baustoffe, Pfähle und Spundwände, Baugrube. Von Dr.-Ing. e. h. L. Brennecke, Marine-Hafenbaudirektor a. D., Geh. Admiralitätsrat. In 4. Aufl. neubearbeitet und herausgegeben von Dr.-Ing. E. Lohmeyer, Ministerialrat. — 261 Seiten mit 244 Abbildungen. — Berlin 1927, Verlag Wilh. Ernst und Sohn. Preis geh. M. 19,20, geb. M. 21.—.

Vereinigung der Elektrizitätswerke. Verhandlungsbericht der 34. Hauptversammlung in Düsseldorf am 23./25. Juni 1926. Sonderheft, 80 Seiten mit 82 Abbildungen. — Geschäftsstelle der Vereinigung, Berlin SW 48.

Inhalt u. a.: Mayer, Hochdruckdampf u. Elektrizitätswerke. — Matthias, Fortschritte in der Aufklärung der Gewitter-Einflüsse auf Leitungsanlagen. — Gábor, Einige Untersuchungen mit dem Kathoden-Oszillographen zur Aufklärung von Ueberspannungserscheinungen. — Rühle, Die Verteilung elektrischer Energie in Absatzgebieten großer Konsumdichte mit besonderer Berücksichtigung von Groß-Berlin. — Königsheim, Der Einfluß der Schwelerei auf die Wirtschaftlichkeit von Braunkohlenkraftwerken. — van Stavern, Die Bestrebungen zur Verbesserung des Unterrichtes in der Elektrizitätslehre auf den Volksschulen in den Niederlanden.

Oesterreichs Energiewirtschaft. Auf Veranlassung des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie heraus-

Digitized by Google

gegeben von Ing. Dr. J. Ornig. 285 Seiten mit 21 Abb., zwei farbigen Karten und 3 Tafeln. — Wien 1927, Verlag J. Springer. — Preis geb. M. 36.—.

Betriebstaschenbuch: Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen. Bearbeitet von Studienrat Dipl.-Ing. L. Keyl. — 180 Seiten mit 83 Abbildungen. — Leipzig 1926, Dr. M. Jänecke. Preis brosch. M. 4.65.

Die Auskleidung von Druckstollen und Druckschächten. Von Dr.-Ing. O. Walch. — 188 Seiten mit 93 Abbildungen und 5 Tabellen ausgeführter Druckstollen. — Berlin 1926, Verlag Jul. Springer. Preis geh. M. 19.50, geb. M. 21.—.

Berechnung der Wasserspiegellage. Von Dr.-Ing. P. Böß, Baurat, Privatdozent. (Forschungsarbeiten Heft 284.) — 96 Seiten mit 48 Abbildungen, 2 Zahlentafeln und 7 Tafeln. — Berlin 1927, V.d.I.-Verlag. — Preis brosch. M. 7.50.

Umlenkung eines freien Flüssigkeitsstrahles an einer senkrecht zur Strömungsrichtung stehenden ebenen Platte. Von Dr.-Ing. Fr. Reich. — 74 Seiten mit 89 Abbildungen und 23 Zahlentafeln. — Berlin 1926, V.d.I.-Verlag. — Preis brosch. M. 8.—.

Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion) und unter Annahme kreiszylindrischer Gleitflächen. Von Professor W. Fellenius. — 40 Seiten mit 27 Abb. Berlin 1927, Verlag von Wilh. Ernst und Sohn. — Preis geh. M. 4.20.

Vereine — Versammlungen.

Isarstädte-Tagung.

Die Jahresversammlung 1926 des Isarstädte-Verbandes beschäftigte sich u. a. mit der Frage der Entschädigung für den Wasserentzug aus der Isar durch Ableitung ihrer Quellen nach dem Süden, worüber Verhandlungen mit der Tiroler Wasserkraftwerke A.G. wegen der durch den Ausbau des Achenseewerkes entzogenen Wassermengen bisher noch zu keinem greifbaren Ergebnisse führten. Oberingenieur Böhm, München, sieht einen genügenden Ersatz nur durch den Ausbau von Talsperren im Isargebiet zur Zurückhaltung der Hochwasser mit einem Kostenaufwand für das ganze Isargebiet von 100 bis 150 Millionen Mark. In einer Entschließung wird die Bayerische Staatsregierung ersucht, für die bereits getätigte Walchenseeableitung Schadloshaltung zu veranlassen und jede weitere Ableitung entschieden zu verhindern. — Die Tagung beschäftigte sich noch mit dem Ausbau der unteren Isar[1]) und stellte eine der Bayerischen Staatsregierung und dem Landtag zuzuleitende Entschließung auf, wonach sie unter Hinweis auf die große Arbeitslosigkeit und auf die Notlage der Landwirtschaft um baldige Inangriffnahme des 1. Kraftwerkes der unteren Isar und deren Ermöglichung durch Bürgschaftsübernahme für eine Anleihe im Zusammenwirken staatlicher und privater Unternehmertätigkeit zusammen mit der Landwirtschaft ersucht. (W. 931.)

Geschäftliches

Gesolei-Auszeichnung.

Das Preisgericht der großen Ausstellung in Düsseldorf hat der Armaturen- und Wassermesserfabrik Popp & Reuther G. m. b. H. in Mannheim-Waldhof die goldene Medaille der Gesolei zuerkannt. Es waren ausgestellt in der Gruppe Wasserversorgung: Naturgetreues Schaubild mit Geländeschnitt zur Darstellung der Armaturen für die Wasserentnahme aus der Hauptleitung, wie Brunnen, Hydranten, Rohrschellen, Einbaustücke usw.; Darstellung der Wirkungsweise und betriebsmäßige Vorführung aller Arten von Wassermessern, Flügelradwassermesser „Optima", Woltmann-Kombinationen neuester Bauart, Venturimesser nebst Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D.R.P., elektrische Fernübertragung der Wassermessung.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruchs: 6. 3. 1927.

88a, 6. A. 47 301. Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens-Luzern; Leitrad für Wasserturbinen mit Außenregelung der Drehschaufeln. 19. 3. 26, Schweiz 20. 6. 25.

[1]) Diese Zeitschrift 1925, Heft 23, S. 383 und 1926, Heft 23, S. 287.

Zur gefl. Beachtung!

Diesem Heft liegt ein Prospekt über das Werk „Österreichische Energiewirtschaft" von Ing. Ornig bei, das soeben im Verlag von JULIUS SPRINGER in WIEN erschienen ist. Eine Besprechung des umfangreichen Werkes wird demnächst erscheinen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Wasserkraftanlagen und Wassernutzungsrechte bei der Feststellung der Einheitswerte

nach dem Erlaß des Reichsfinanzministers III v 220 vom 15. 1. 1927.

Nachstehend bringen wir den neuesten Erlaß des Reichsfinanzministers in der Frage der Heranziehung der Wasserkraftanlagen zur Vermögensteuer und insbesondere der Bewertung von Wassernutzungsrechten bei der Feststellung der Einheitswerte auf Grund der Vorschriften des Reichsbewertungsgesetzes zum Abdruck:

Digitized by Google

Der Reichsminister der Finanzen

III v 220. Berlin, den 15. Januar 1927.

An die Herren Präsidenten der Landesfinanzämter.

Betr. Reichsbewertungsgesetz: Bewertung von Wassernutzungsrechten.

Bei der Veranlagung zur Vermögensteuer 1924 ist die Bewertung der Wasserkräfte in Literatur und Presse eingehend erörtert und zum Gegenstand zahlreicher Eingaben gemacht worden. Um eine rasche und gleichmäßige Erledigung der in großer Anzahl vorliegenden Einsprüche herbeizuführen, habe ich mich damals veranlaßt gesehen, durch Runderlaß vom 21. März 1925 — III C 3 1026 — Bewertungsgrundsätze aufzustellen, nach denen vorbehaltlich einer anderweitigen Entscheidung des Reichsfinanzhofs verfahren werden sollte. Dieser Runderlaß geht davon aus, daß die Wasserkraft als solche mangels einer besonderen Vorschrift, durch die Wasserkräfte ausdrücklich der Besteuerung unterworfen werden, zur Vermögensteuer 1924 nicht herangezogen werden könne, daß vielmehr als dem Unternehmen gewidmete und damit zum Betriebsvermögen gehörige Gegenstände nur die Wasserkraftanlage einerseits und das Wassernutzungsrecht anderseits in Betracht kommen. Eine Entscheidung des Reichsfinanzhofs über die Frage, ob die Wasserkraft als solche einen steuerpflichtigen Vermögensgegenstand bildet, ist bis jetzt nicht ergangen. Dagegen hat der Reichsfinanzhof in einer Entscheidung vom 9. April 1926 — 1 A 231/25 —, die demnächst im Reichssteuerblatt veröffentlicht werden wird, bestätigt, daß ein durch Verleihung begünstigtes Wassernutzungsrecht, in dem sich die Wasserkraft für den Berechtigten auswirke, einen zum Betriebsvermögen gehörigen Gegenstand im Sinne des § 8 des Vermögensteuergesetzes darstelle.

Es bestehen keine Bedenken, nach den in meinem Runderlaß aufgestellten Grundsätzen insoweit, als diese sich auf die Abgrenzung der Bewertungsobjekte beziehen, auch bei der Feststellung der Einheitswerte zu verfahren. Bewertungsobjekt ist demgemäß bei der Feststellung der Einheitswerte vorbehaltlich einer anderen Entscheidung des Reichsfinanzhofs nicht die Wasserkraft als solche, sondern die Wasserkraftanlage einerseits und das Wassernutzungsrecht anderseits.

Was die Bewertung der Wassernutzungsrechte anlangt, so sind zu unterscheiden:

1. subjektiv dingliche Wassernutzungsrechte, d. h. Wassernutzungsrechte, die auf Grund staatlicher Verleihung für ein Grundstück dem jeweiligen Eigentümer dieses Grundstücks zustehen. Diese bilden gemäß § 96 des Bürgerlichen Gesetzbuches einen Bestandteil des Grundstücks und sind mit diesem zusammen zu bewerten. Hier gilt dasselbe, was ich in meinem Runderlaß vom 4. November 1926 — III v 4180 — betr. Bewertung eines subjektiv dinglichen Apothekenrechts ausgeführt habe;
2. subjektiv persönliche Wassernutzungsrechte, d. h. Wassernutzungsrechte, die einer Person schlechthin ohne Bindung an ein Grundstück zustehen. Diese sind gemäß § 31 Abs. 1 mit dem gemeinen Wert zu bewerten. Hierbei werden sich jedoch vielfach Schwierigkeiten ergeben, da es in den meisten Fällen an einem geeigneten Vergleichsmaßstab für den gemeinen Wert fehlen wird. Während bei anderen Vermögensgegenständen der Anschaffungswert dem gemeinen Wert vielfach gleichgestellt werden kann, wird hier dieses Hilfsmittel häufig versagen. Die selbständigen Wassernutzungsrechte sind von den derzeitigen Berechtigten oft im Wege der staatlichen Verleihung erworben worden. Die Verleihung ist zwar in den meisten Ländern an eine Konzessionsgebühr geknüpft. Diese stellt aber einen Anschaffungspreis im Sinne eines den wirtschaftlichen Wert des Gegenstandes verkörpernden Preises nicht dar, da sie im allgemeinen nur eine Entschädigung für die Bemühung der Behörde bildet und auch insoweit, als sie darüber hinausgeht, nicht als Entgelt für den Wert des Rechts, sondern als eine Abgabe anzusehen ist (vgl. die oben erwähnte Entscheidung des Reichsfinanzhofs). Als Anschaffungspreis im Sinne des § 12 Abs. 1 RBew.VSt.DB. kann daher nur der Kaufpreis eines verliehenen Rechts angesehen werden. In der erwähnten Entscheidung des Reichsfinanzhofs wird allerdings ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Auslegung sich nur auf die Vermögensteuer 1924 beziehe, und daß es dahingestellt bleiben müsse, ob das gleiche auch für andere Rechtsgebiete, insbesondere die Einkommensteuer gelte. Es bestehen aber keine Bedenken, den für die Vermögensteuer 1924 aufgestellten Grundsatz auch für die Feststellung der Einheitswerte nach dem Reichsbewertungsgesetz für anwendbar zu erklären und demgemäß nur den Kaufpreis als Anschaffungspreis im obigen Sinne anzusehen. Ein Kaufpreis wird jedoch in den wenigsten Fällen zur Verfügung stehen. Hieraus ergibt sich das dringende Bedürfnis, einen anderen Anhaltspunkt für die Ermittlung des gemeinen Werts zu finden. Einen solchen Anhaltspunkt wird der Kapitalwert der Jahresrente des Nutzungsrechts abgeben.

Die Jahresrente des Nutzungsrechts wird nach nachstehend bezeichneter, von sachverständiger Seite vorgeschlagenen Formel in der Weise zu ermitteln sein, daß man die durchschnittliche jährliche Strommenge mit dem durchschnittlich erzielbaren Preise vervielfacht und hiervon die durchschnittlichen Jahresunkosten abzieht. Der Kapitalwert der Rente selbst wird unter Berücksichtigung der Zwischenzinsen mit Hilfe der bekannten Rentenformel gefunden.

Die Formel zur Berechnung der Rente lautet:

$$r = \frac{C \cdot p}{100} - \frac{B \cdot g}{100}$$

oder auf einen Nenner gebracht:

$$r \quad \frac{C \cdot p - B \cdot g}{100}$$

In der Formel sind bezeichnet mit:

„r" die Jahresrente des Nutzungsrechts;

„C" die durchschnittliche Jahresarbeit in Pferdekraftstunden, berechnet aus der während einer längeren Zeit (z. B. 10 Jahre) ausnutzbaren, mittleren Wassermenge und dem jeweils vorhandenen Gefälle unter Berücksichtigung der Schluckfähigkeit und des Wirkungsgrads der Wassermotoren (womöglich durch ein Leistungsdiagramm zu ermitteln);

„p" der durchschnittlich erzielbare Preis einer Pferdekraftstunde ab Werk (d. h. ab Erzeugungsanlage, nicht ab Verteilungsanlage) in Pfennigen. Dabei sind die besonderen Umstände bei dem einzelnen Wasserkraftwerk unter Ausschaltung zufälliger Momente (Konjunktur, hervorragende kaufmännische Leistungen) zu berücksichtigen. Es spielen daher die Art und Größe der Wasserkraft (ständige oder unständige Kraft), die Absatzmöglichkeiten, die Lage der Wasserkraft zum Verwendungsgebiet u. dgl. eine erhebliche Rolle. Wenn ein Unternehmen nicht nur die Erzeugung der elektrischen Energie, sondern auch deren Verteilung zum Gegenstand hat, so ist der Preis zu schätzen, der durchschnittlich erzielbar wäre, wenn der Strom bereits an der Erzeugungsanlage abgenommen würde.

Wird die Triebkraft des Wassers für eigenen Bedarf verwendet, sei es zum unmittelbaren Antrieb von Maschinen, sei es mittelbar nach vorheriger Umwandlung in elektrische Energie, so ist zu ermitteln, was der Besitzer zahlen müßte, wenn er für seine Betriebszwecke Strom von einem anderen Werk bezöge oder auf andere Weise (durch Dampf-

Digitized by Google

kraft oder durch Dieselmotor) erzeugen würde; anderseits ist zu ermitteln, zu welchem Preis er selbstgewonnene elektrische Energie an andere abgeben könnte. Aus dem Mittel der beiden Beträge dürfte sich dann der in der Formel einzusetzende Betrag ergeben;

„B" die Baukosten der Wasserkraftanlagen (auf heutige Preisbasis bezogen). Hierunter fallen die Kosten für den Erwerb des Grund und Bodens, für das Stauwehr, Ober- und Unterwasserkanal, Rechenanlagen, Einlaufbauwerke, Abflußbauwerke, Turbinen- und Generatorenhaus einschließlich Turbinen und Generatoren sowie Schaltanlagen. Die Baukosten für Werkstätten, Maschinen und Verwaltungsgebäude gehören hierher nur, soweit diese Einrichtungen zur Erzeugung der Kraft benötigt werden.

Nicht zu den Baukosten sind zu rechnen: Ufersicherungen, Einrichtungen für die Schiffahrt, Brücken, Ufermauern, Entwässerungsanlagen, die zum Schutz des im Staubereich gelegenen Geländes erforderlich sind, und Verteilungsanlagen (Umformer, Fernleitungen usw.)

Ist die Anlage vor dem Krieg errichtet worden, so ist zur Ermittlung der heutigen Baukosten ein der Teuerung entsprechender Zuschlag zu machen (heute etwa 50%);

„g" der Gestehungsfaktor in einem Hundertsatz der Baukosten der Erzeugungsanlage. Hier sind zu berücksichtigen: die Verzinsung und Tilgung des betreffenden Anlagekapitals, Erneuerungen, Abschreibungen, Betriebskosten, Generalunkosten, Steuern und Wasserzins. Für die Feststellung der Einheitswerte auf den 1. Januar 1925 wird man den Gestehungsfaktor mit 14% der Anlagekosten bemessen können. Einen niedrigeren Hundertsatz wird man nur einzustellen haben, wenn der tatsächliche Gestehungsfaktor im Einzelfall erheblich nach unten abweicht. Ein höherer Hundertsatz ist nur bei Nachweis eines höheren Gestehungsfaktors zuzulassen.

Zur Erleichterung der Berechnung des Kapitalwerts der Rente füge ich eine Tabelle bei, aus der sich der auf Grund der Rentenformel errechnete Kapitalwert einer Rente unter Zugrundelegung eines Zwischenzinses von 8% bei einer Geltungsdauer bis zu 100 Jahren ergibt. Steht das Wassernutzungsrecht dem Betriebsinhaber auf immer oder auf unbestimmte Zeit zu, so ist es wie ein Wassernutzungsrecht zu bewerten, das dem Betriebsinhaber noch 100 Jahre zusteht.

Soweit bei Anwendung der Formel ein Rechnungsfaktor geschätzt werden muß (z. B. „p"), ist das Gutachten eines Sachverständigen einzuholen.

Beispiel: Die Baukosten für ein Wasserkraftwerk haben zwei Millionen Reichsmark betragen. Die durchschnittliche Jahreserzeugung beläuft sich auf 20 Millionen Pferdekraftstunden. Der durchschnittlich erzielbare Preis einer Pferdekraftstunde beträgt 1,6 Pfennig. Das Wassernutzungsrecht ist auf 99 Jahre verliehen, von denen 19 Jahre bereits abgelaufen sind. Die Jahresrente des Wassernutzungsrechts beträgt

$$r = \frac{20\,000\,000 \cdot 1{,}6}{100} - \frac{2\,000\,000 \cdot 14}{100} = 40\,000 \text{ RM.}$$

Bei Zugrundelegung eines Hundertsatzes von 8 vom Hundert beträgt somit der Kapitalwert des Wassernutzungsrechts (laut Tabelle) 498 940 Reichsmark oder rund 500 000 Reichsmark.

Die vorstehend bezeichnete Berechnungsart hat den Zweck, den Veranlagungsbehörden in den Fällen, in denen die Ermittlung des gemeinen Werts Schwierigkeiten begegnet, ihre Aufgabe zu erleichtern. Der auf diese Weise berechnete Wert wird zwar nicht immer den gemeinen Wert darstellen; er wird jedoch in allen Fällen einen wertvollen Anhaltspunkt für die Ermittlung des gemeinen Werts bilden.

Ich ersuche ergebenst, in den Fällen, in denen ein Wassernutzungsrecht zum Betriebsvermögen gehört und die Veranlagung insoweit auf Grund meines Runderlasses vom 24. August 1926 — III v 3570 — nur vorläufig erfolgt ist, nunmehr die endgültige Veranlagung unter Berücksichtigung der vorstehend bezeichneten Grundsätze durchzuführen. Ueber die Erfahrungen, die bei Anwendung dieser Berechnungsart gemacht worden sind, ist bis 1. Mai 1927 zu berichten.

Zu III v 220 Tabelle

über den gegenwärtigen Wert einer jährlich nachträglich zahlbaren Rente bei der Berücksichtigung eines Zwischenzinses von 8%.

Dauer der Rente (Jahre)	Vielfache des Jahresbetrags der Rente	Dauer der Rente (Jahre)	Vielfache des Jahresbetrags der Rente	Dauer der Rente (Jahre)	Vielfache des Jahresbetrags der Rente
1	0,9259	36	11,7171	71	12,4470
2	0,7832	37	11,7751	72	12,4509
3	2,5770	38	11,8288	73	12,4546
4	3,3121	39	11,8785	74	12,4579
5	3,9927	40	11,9246	75	12,4610
6	4,6228	41	11,9672	76	12,4639
7	5,2063	42	12,0066	77	12,4666
8	5,7466	43	12,0432	78	12,4691
9	6,2468	44	12,0770	79	12,4713
10	6,7100	45	12,1084	80	12,4735
11	7,1389	46	12,1374	81	12,4754
12	7,5360	47	12,1642	82	12,4772
13	7,9037	48	12,1891	83	12,4789
14	8,2442	49	12,2121	84	12,4805
15	8,5594	50	12,2334	85	12,4819
16	8,8513	51	12,2532	86	12,4833
17	9,1216	52	12,2715	87	12,4845
18	9,3718	53	12,2884	88	12,4856
19	9,6035	54	12,3041	89	12,4867
20	9,8181	55	12,3186	90	12,4877
21	10,0168	56	12,3320	91	12,4886
22	10,2007	57	12,3444	92	12,4894
23	10,3710	58	12,3560	93	12,4902
24	10,5287	59	12,3666	94	12,4909
25	10,6747	60	12,3765	95	12,4916
26	10,8099	61	12,3856	96	12,4522
27	10,9351	62	12,3941	97	12,4928
28	11,0510	63	12,4020	98	12,4933
29	11,1584	64	12,4092	99	12,4938
30	11,2577	65	12,4159	100	12,4943
31	11,3497	66	12,4222		
32	11,4349	67	12,4279		
33	11,5138	68	12,4333		
34	11,5869	69	12,4382		
35	11,6545	70	12,4428		

Da der vorliegende Runderlaß nur für einen Teil der Finanzämter von Interesse ist, wird nur eine beschränkte Anzahl von Abdrucken übersandt. Bei etwaigem Mehrbedarf ersuche ich ergebenst, die erforderlichen Abdrucke hier anzufordern.

Der Erlaß ist nicht verkäuflich; es bestehen jedoch keine Bedenken, ihn den Interessenten zugänglich zu machen.

Im Auftrage: gez. Zarden.

Auf Seite 2, Ziffer 1, des angeführten Erlasses ist bestimmt, daß für die subjektiv dinglichen Wassernutzungsrechte dasselbe gelten soll, was über die subjektiv dinglichen Apothekenrechte in dem Erlaß des Reichsfinanzministers vom 4. November 1926 III v 4180 gesagt ist. Nachstehend ist der in Frage kommende Teil dieses Erlasses abgedruckt, wobei wir schon gleich jedesmal statt „Apothekenrecht" das Wort „Wassernutzungsrecht" eingesetzt haben:

„Die subjektiv dinglichen Wassernutzungsrechte bilden einen Teil des Grundstücks und sind mit diesem zu bewerten. Dabei ist wiederum zu unterscheiden, ob es sich

Digitized by Google

um ein zwangsbewirtschaftetes Grundstück im Sinne des § 20 RBewVSt.DB. handelt oder nicht. Ein zwangsbewirtschaftetes Grundstück ist, wenn das Wassernutzungsrecht im Wehrbeitragswert bereits enthalten ist, mit dem vorgeschriebenen Hundertsatz des Wehrbeitragswerts zu bewerten, ohne daß es noch einer besonderen Berücksichtigung des Wassernutzungsrechts bedarf; ist jedoch das Wassernutzungsrecht in dem Wehrbeitragswert nicht inbegriffen, so ist der Wehrbeitragswert unter Berücksichtigung des Wassernutzungsrechts gemäß § 22 Abs. 3 RBew.VSt.DB. neu zu ermitteln und das Grundstück einschließlich des Wassernutzungsrechts mit dem vorgeschriebenen Hundertsatz des neu ermittelten Wehrbeitragswerts anzusetzen. Handelt es sich um ein nicht zwangsbewirtschaftetes Grundstück, so ist das Grundstück gemäß § 31 RBew.VSt.DB. einschließlich des Wassernutzungsrechts mit dem Ertragswert zu bewerten, wobei der Ertrag zugrunde zu legen ist, den das Grundstück samt dem Wassernutzungsrecht abwirft."

Der in dem letztzitierten Erlaß erwähnte § 20 der Durchführungsbestimmungen zum Reichsbewertungsgesetz besagt, daß als zwangsbewirtschaftete Grundstücke alle bebauten Grundstücke einschließlich der zu einem gewerblichen Betriebe gehörenden Grundstücke gelten, sofern die Gebäude vor dem 1. Juli 1918 bezugsfertig geworden sind.

Der erwähnte § 31 der Durchführungsbestimmungen zum Reichsbewertungsgesetz besagt, daß bebaute Grundstücke, die gewerblichen Zwecken dienen, mit dem Ertragswerte, jedoch nicht über den gemeinen Wert hinaus zu bewerten sind.

Der Erlaß des Reichsfinanzministers vom 15. Januar 1927 stimmt im wesentlichen mit den in dem Gutachten von Dr. Sternberg in der „Verbandsmitteilung 13" aufgestellten Grundsätzen hinsichtlich der Wertung der verschiedenen Arten von Wassernutzungsrechten überein. Er bietet, soweit die Bewertung des Wassernutzungsrechts überhaupt in Frage kommt, eine von der Badischen Wasser- und Straßenbaudirektion, Karlsruhe, vorgeschlagene Formel, die bei der Bewertung des Wassernutzungsrechts für die Berücksichtigung der Sonderheiten jeder Anlage immerhin weitgehenden Spielraum läßt. Die Anwendung der Formel wird allerdings nur bei Wasserkraft-Elektrizitätswerken verhältnismäßig einfach zu handhaben sein, während ihre Anwendung auf Betriebe, deren Arbeitsmaschinen die Wasserkraft unmittelbar antreibt, auf Schwierigkeit stoßen wird.

Erfreulicherweise rückt der Erlaß von der bisherigen Bewertungsmethode der Mehrzahl der Finanzämter durch Festsetzung eines Einheitswertes für die Pferdestärke entschieden ab; er bedeutet deshalb einen großen Schritt vorwärts.

Des weiteren ist zu beachten, daß zur Beurteilung der einzelnen Faktoren der Formel Sachverständige hinzuzuziehen sind, die alle bei der Anlage wertmindernden Momente geltend machen können.

Vorsichtigerweise setzt der Erlaß schon gleich einen nicht allzu fernen Termin (1. Mai 1927) fest, bis zu dem die Landesfinanzämter über die Erfahrungen, die sie bei Anwendung der verfügten Berechnungsmethode gemacht haben, berichten sollen. Immerhin läßt sich hieraus schließen, daß der Minister zu einer Revision seines Erlasses bereit ist, wenn sich herausstellt, daß die Anwendung der Formel in der Praxis zu Schwierigkeiten oder Härten Veranlassung gibt.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband E. V.
(W. 955) Der Geschäftsführer.

Zugang an Mitgliedern.

(Vgl. Nr. 2, Jahrgang 1926.)

1. Spinnerei Atzenbach A.-G., Schopfheim (Baden).
2. Konsortium Luftbild G. m. b. H. — Stereographik G. m. b. H., Propaganda-Abteilung, München, Sendlingertorplatz 1.
3. Spinnerei Lauffenmühle G. m. b. H., Tiengen, Amt Waldshut.
4. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Technisches Büro, München, Gabelsbergerstraße 30/0 r.
5. Diplom-Ingenieur Franz Langlotz, Direktor der Isarwerke G. m. b. H., München, Ottostraße 4.
6. Allgäuer Kraftwerke Ges. m. b. H., Sonthofen im Allgäu.
7. Geheimer Oberbaurat Dr. R. Schmick, München, Möhlstraße 32.
8. Dr.-Ing. F. Lawaczek, München, Baierbrunnerstraße 17.
9. Ueberlandwerk Fürstenfeldbruck, Fürstenfeldbruck.
10. Dipl.-Ing. Willy Binswanger, Direktor der Oberbayerischen Ueberlandzentrale, München, Weinstraße 7/3.
11. Allgemeine Gas-Aktien-Gesellschaft, Hauptverwaltung, Dessau, Kavalierstraße 29/30.
12. Rechtsanwalt Dr. Ludwig Kurzmann, München, Karlstr. 10 p.
13. Oberingenieur Theobald Böhm, München, Agnesstraße 6/1.
14. Innwerk, Bayerische Aluminium-Aktiengesellschaft, Töging am Inn, bei Mühldorf (Oberbayern).
15. Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft, München, Lenbachplatz 4.
16. Kreis-Elektrizitätsversorgung Unterfranken, Aktiengesellschaft, Würzburg.
17. Professor Dr. J. H. Vogel, Berlin SW 48, Wilhelmstraße 9.
18. Passauer Industrie A.G., Passau.
19. Diplom-Ingenieur Johannes Hohlfeldt, Dresden-A 24, Bayreutherstraße 33/3.
20. Professor K. Dantscher, Oberbaudirektor, München, Türkenstraße 106.
21. Max Gotthilf Richter, Kammerling & Co., Leipzig-Kleinzschocher, Schönauerweg.
22. Bayernwerk Aktiengesellschaft, München, Blutenburgstraße 6.
23. Diplom-Ingenieur Fritz Kammerer, Bayerischer Revisionsverein, München, Christofstraße 7. (W. 942.)

Steuerliche Begünstigung neuer Wasserkraftwerke.

Dem Reichsrat liegt zurzeit der Entwurf zu einer Verordnung über die teilweise Befreiung neuerrichteter Wasserkraftwerke von der Körperschaft- und Vermögensteuer vor. Die vorgesehene steuerliche Begünstigung soll darin bestehen, daß neuerrichteten Wasserkraftwerken, an denen die Allgemeinheit ein Interesse hat, und deren Baubeginn in die Zeit vom 1. Januar 1924 bis 31. Dezember 1930 fällt, die Körperschaft- und Vermögensteuer je zur Hälfte auf die Dauer von 20 Jahren, vom Baubeginn an gerechnet, gestundet bzw. erlassen werden. Der Erlaß ist an die Voraussetzungen geknüpft, daß das Werk innerhalb dieses Zeitraums Abschreibungen in gewisser Höhe (6,9 bzw. 10% des Anlagekapitals) vornimmt. Durch die geforderten Abschreibungen soll erreicht werden, daß das Anlagekapital in erheblichem Umfange getilgt und damit ein wesentlicher Teil der Ueberteuerung der Anlagewerte aufgehoben wird. Wird die vorgeschriebene Höhe der Abschreibungen nicht erreicht, so sind die gestundeten Steuern mit Zinsen nachzuentrichten.

Der genaue Wortlaut wird sofort nach Erlaß der Verordnung an dieser Stelle abgedruckt werden. (W. 949.) Li.

Verleihungen.

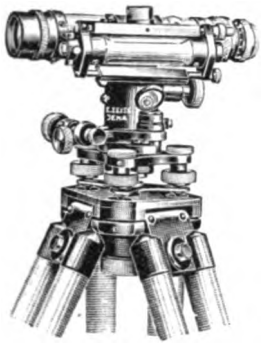
Dem Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier in Gelsenkirchen ist durch rechtskräftigen Verleihungsbeschluß des Bezirksausschusses zu Münster vom 14. Oktober 1926 — IV d 1178 — auf Grund der §§ 46 ff. 203 des Wassergesetzes vom 7. April 1913 das Recht verliehen:

a) das Wasser der Stever bei Haltern, im Kreise Coesfeld, Regierungsbezirk Münster, mittels einer Talsperre aufzustauen, in zwei Staubecken von 173 bzw. 47 ha Größe und insgesamt 9,4 Millionen cbm Stauraum anzusammeln.

b) Diesen Staubecken bis zu 2 cbm Steverwasser sekundlich zu entnehmen und in den 18 Filterbecken des Wasserwerks Haltern zur Versickerung zu bringen zwecks Anreicherung des Grundwassers, sowie

c) auf seinen die Pumpstation Haltern umgebenden Grundstücken Grundwasser in 167 Brunnen anzusammeln, mittels elektrisch angetriebener Zentrifugalpumpen in einer Menge bis zu 80 Millionen cbm jährlich zutage zu fördern und mittels Druckrohrleitungen seinem Versorgungsgebiet zu Trink- und Gebrauchszwecken zuzuführen. (W. 941.)

Digitized by Google



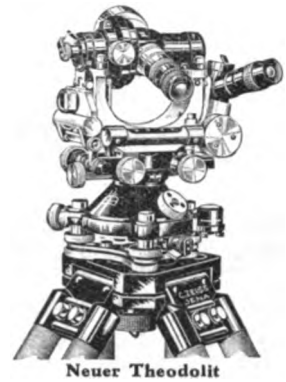
Nivellier-Instrument I

ZEISS

Nivellier-Instrumente Theodolite

für alle vorkommenden Vermessungen, Bauarbeiten usw.
Sehr leichte und trotzdem stabile, leistungsfähige Instrumente.
Druckschriften und jede weitere Auskunft kostenfrei.

CARL ZEISS ★ JENA



Neuer Theodolit

PLANIMETER

auch in Sonderformen
für Kraftanlagen

★

A.OTT

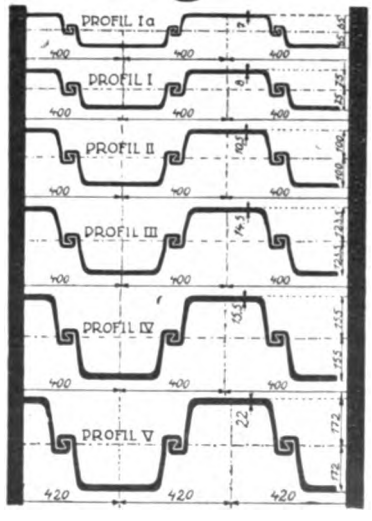
KEMPTEN-ALLGÄU

PAUL CONRADT

Sämtliche Artikel für technisches Zeichnen
Paul Conradt München Theresienstr. 78 Fernruf: 53995

SPUNDWANDEISEN

BAUART LARSSEN



Verwendungs-Gebiete:

Ufermauern, Brückengründungen, Fundamentierungen, Wehrbauten, Kanalisation, Kraftwerksanlagen, Dükerbauten, Kläranlagen, Schleusengründungen und Untergrundbahnbauten

Vorzüge:

Doppelverschluß, daher stärkster Längszusammenhang und größte Dichtigkeit, hohes Widerstandsmoment, größte Lebensdauer, sicherer Schutz tiefer Fundamente gegen Unterspülung, Ersparnisse an Ramm- und Absteifungskosten

A 69 21

VEREINIGTE STAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT

DORTMUNDER UNION DORTMUND

Digitized by Google

Zahlentafeln. — (Sehr eingehende Angaben des Verfassers — Bauleiter der Ph. Holzmann A.-G. — über die verschiedenen Bauverfahren bei größeren Erdbewegungsarbeiten. Untersuchung durch Kostenvergleich über die günstigsten Verfahren. Fortgang und Wirtschaftlichkeit der Bauausführung.)

Ausgeführte Eisenbeton-Druckrohre. Von der A. Porr G. m. b. H., Wien. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 10, S. 271–272, mit einer Abbildung. — (Angaben über die Leitungen: Föhrenwald, 2,30 m Durchmesser bei 16,5 m W.S.; Brunnenfeld, 2,20 m Durchmesser bei 14,4 m W.S.; Blumau, 1,60 m Durchmesser bei 27,9 m W.S.) —

Der Ybbsdüker des Kraftwerkes Opponitz. Von Ing. Kuhn. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 10, S. 245 bis 254, mit 24 Abb. — (Die verschiedenen Möglichkeiten, hydraulische Verhältnisse, Ein- und Auslauf, Berechnung und Ausführung des freitragenden Eisenbeton-Druckrohres, der Dükerbrücke [Melan—Bogen von 40 m Spannweite] mit aufgelegtem Blechrohr; Entleerungsvorrichtung.) —

Die Berechnung der Druckrohrleitungen von Turbinenanlagen. Von Dr.-Ing. Löwy. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 10, S. 254–258, mit 3 Abb. — (Gesichtspunkte für die Bemessung des wirtschaftlichsten Durchmessers: gleichbleibender oder abgestufter Durchmesser; Ableitung von Formeln für den wirtschaftlichen Durchmesser und Vorteil der Staffelung.) —

Eine Holzrohrleitung von 4,90 m Durchmesser. Engineering News Record, Vol. 96, Nr. 15 vom 15. April 26, S. 609 mit 2 Abb. — (400 m lange Holzrohrleitung von 4,90 m Durchmesser der Copco-Wasserkraftanlage am Klamath-Fluß. Herstellung kontinuierlich mit 10 cm starken Holzdauben; 22 mm Rundeisen in 9 cm Abstand; Abstützung auf Jochen aus Walzprofilen in 2,50 bis 3 m Abstand, die auf schmalen Betonsockeln stehen. Größter Innendruck 1,8 atm. Anstrich mit Kreosot.) —

Eine Bogenstaumauer von schwachem Querschnitt am Salt River. Engineering News Record, Vol. 96, Nr. 19 vom 13. Mai 1926, S. 778 mit 5 Abb. — (Beschreibung der Mormon Flat Staumauer, Mauerhöhe 64 m, Dicke oben 2,40 und unten nur 6,70 m. Kronenlänge 100 m, Mauerinhalt 35 000 m³. Halbmesser 55 m. Zwei mit Kupferblech gedichtete Dilatationsfugen. Die 27 m lange Ueberfallstrecke ist als Schwergewichtsmauer ausgebildet, die gleichzeitig das eine Widerlager des Bogens bildet.

Asphalteinspritzungen zum Dichten von Wasserdurchsickerungen. Von G. W. Christians. Engineering News Record, Vol. 96, Nr. 20 vom 20. Mai 1926, S. 798/802 mit 9 Abb. — (Unterhalb der wegen schlechter Felsbeschaffenheit auf Kaissons gegründeten Hales Bar Staumauer im Tennessee-Fluß traten nach dem Einstau umfangreiche Wasserdurchbrüche auf. Nachdem man ohne Erfolg ein Dichten der Versinkungsstellen durch Kies, Schlamm und Zement versucht hatte, führten Asphalteinspritzungen zum Ziele. Der Asphalt wurde in lange Bohrlöcher mittels Metalldüsen, die elektrisch geheizt wurden, heiß eingepreßt.) —

— Ueber die Versuchs-Gewölbestaumauer am Stevenson-Creek in Californien. Von Dr.-Ing. Noetzli, Los Angeles. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 2, S. 13—16, mit 8 Abb. — (Der Urheber des Gedankens der Schaffung einer Gewölbe-Staumauer von 18,3 m zu Versuchszwecken beschreibt die Einzelheiten dieses von der „Engineering foundation" in Newyork finanzierten Werkes; Einrichtungen zur Spannungs-, Durchbiegungs- und Temperaturmessung bei verschiedenen Belastungen (veränderliche Stauhöhe). Geplant ist die schrittweise Erhöhung der Mauer bis zum Bruch bei voraussichtlich 25—30 m Höhe). —

— Geologische Bemerkungen zum Bruch der Staumauer am Gleno. Von Dr. Hug. — Schweiz. Wasserwirtschaft, 1925, H. 12, S. 231—233, mit 2 Abb. — (Ungleichmäßige Beschaffenheit des Felsens und Klüfte scheinen am Mauerbruch Mitschuld zu haben). —

— Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen. Von Prof. Dr.-Ing. Rehbock. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 3, S. 27–31, u. H. 4, S. 44—46, mit vielen Abbildungen. — (Deckwalzenbildung und deren Arbeitsleistung; Beschreibung der Zahnschwelle und Darstellung der Modellversuche im Wasserbaulaboratorium der T. H. Karlsruhe an Modellen i. M. 1 : 50, 1 : 40 und 1 : 10, welche durch wiedergegebene Beobachtungen am Bauwerk bestätigt werden — vgl. auch Literaturhinweis ds. Z. 1925, H. 3, S. 30. — Versuche für Absturzbauwerke am Niluferkanal mit und ohne Zahnschwelle). —

Wasserkraftanlagen.

Das Walchenseewerk. Von Dipl.-Ing. Menge. — Z. d. V. d. I., 1926, H. 36, S. 1177–1182; H. 50, S. 1661—1671, m. 28 Abb. — (Beschreibung der Maschinenanlagen; bes. Wasserschloß und Schwingungsversuche in demselben, beim Abschalten von 28 400 kW Schwankung 3,71 m bei 352 sec Schwingungsdauer. Das Kraftwerk: Beschreibung der Bauten, der Turbinen und Generatoren; Abnahmeversuche: Francisturbinen 91%, Peltonturbinen 85% Wirkungsgrad. Schluß folgt.)

Charakteristische Angaben über einige bedeutendere österreichische Großwasserkraftanlagen. Vom österreichischen Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamt. — Wasserwirtschaft, 1926, H. 13, S. 359—377. — (Statistik über 57 Wasserkraftanlagen mit den grundlegenden hydrographischen, bau- und maschinentechnischen und wirtschaftlichen Angaben, Versorgungsgebiete.)

Statistica delle grandi utilizzazioni idrauliche per forza motrice. (Statistik der Großwasserkraftanlagen.) Nach einer neuen Veröffentlichung des hydrographischen Amtes. — Annali dei Lavori Pubblici, 1926, Nr. 8, S. 653—682, m. 27 Tabellen. — (Umfangreiche Statistiken für Ende 1925 aller Wasserkraftanlagen über 300 PS im Betrieb und Bau; Gefälle, Speicherinhalte usw.; auch der nicht elektrische Energie erzeugenden Anlagen.)

Die Wahl des Wehrsystems bei den Wasserfassungen von Kraftanlagen. Von Ing. Dr. Vas. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 14, S. 425—449, m. 35 Abb. — (Allgemeine Gesichtspunkte; Beschreibung der Wehrbauarten und Einzelheiten: Schützen, Walzen, Segmentwehre, Sektorwehre, Klappenwehre; Gesichtspunkte für die Systemwahl und Besonderheiten [z. B. öldruckgesteuerte Ueberfallklappen der Städt. Elektr.-Werke München, Entwurf der M.-F. Eßlingen eines Klappenwehres mit innen eingebauten Antriebsmaschinen.)

Das Elektrizitätswerk der Gemeinde Näfels. Von Müller. — B. B. C.-Mitteilungen, 1926, H. 10, S. 235—240, m. 11 Abb. — (Beschreibung der Anlage mit 2×343 kVA, 368 m Gefälle, 1000 Umdr., als typische Kleinanlage.)

L'impianto idroelettrico sul torrente Boreca. (Das Kraftwerk am Boreca-Bach.) — L'energia elettrica, 1926, H. 10, S. 868—871, m. 1 Karte u. 4 Abb. — (Kurze Beschreibung der Anlage: H = 119 m, N = 1800 kVA 42–50 Per., später ein zweiter Maschinensatz mit je einem Generator gleicher Leistung für 42 und 50 Per.)

Das Catawba-Wasserkraftwerk der Southern Power Co. „Power", 1926, 63. Bd., Nr. 19, S. 700 bis 702, m. 5 Abb. — (Angabe über das neue Kraftwerk von

(Fortsetzung Seite X.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif

HEFT 4 — 15. FEBRUAR — 1927

Aus dem Inhalt: Neue Forschungen über die Geschiebeführung. / Die Ourtalsperre. / Verhalten von Wasserturbinen (Schluß). / Bremsergebnisse einer Stromturbine. / Rundschau: Energiewirtschaft. / Rechtliches. / Wasserbau. / Wasserkraftanlagen. / Wasserkraftmaschinen. / Buchbesprechungen. Verbandsmitteilungen.

Neue Forschungen über die Geschiebeführung.

Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. Kurzmann, München.

Seit der Veröffentlichung von Schaffernak[1]) sind wieder einige Abhandlungen erschienen, die zu den für den Wasserbauingenieur so bedeutungsvollen Fragen der Geschiebeführung wertvolle Beiträge liefern.

Die Geschiebeführung im allgemeinen behandelt ein Aufsatz: „Neue Gedanken zur Berechnung der Geschiebeführung" von Georg Link.[2]) Die Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde, der Link angehörte, hat diesen Aufsatz nach dem Tode des in den Bergen verunglückten Verfassers der Oeffentlichkeit übergeben. Link weist einleitend auf die erst in den letzten Jahren erkannte Tatsache hin, daß die Erscheinungen, die durch künstliche Eingriffe in den Zustand eines geschiebeführenden Flusses entstehen, nur beurteilt werden können, wenn man die durch einen Flußquerschnitt abgeführte Geschiebemenge eines längeren Zeitraumes, die Geschiebefracht, kennt.

Die Geschiebefracht beim alten Flußzustand ist zu vergleichen mit der Geschiebefracht, die der gleiche Querschnitt nach den künstlichen Eingriffen in dem gleichen Zeitraum abgeführt hätte.[3]) Sie wird sich als eine Funktion von Werten darstellen, die beim alten Flußzustand beobachtet werden können — Pegelstand, Wassermenge, Gefälle, Häufigkeit der Pegelstände, Form des Querschnittes — und für den neuen Flußzustand berechnet werden müssen. Man kann diese Beziehung ausdrücken durch die Formel: $G = \lambda \cdot f(B)$ Gl. I. Der Erfahrungsbeiwert λ drückt dabei die Eigenart des Geschiebes hinsichtlich Größe, Lagerung, Mischung aus. Da durch die erwähnten Eingriffe an dieser Eigenart des Geschiebes nichts geändert wird, kann bei Vergleich des alten und neuen Flußzustandes die Größe des Beiwerts außer Betracht bleiben und nur f (B) für beide Fälle ermittelt werden. Hierin liegt aber die Schwierigkeit, denn bis jetzt stehen einwandfreie Formeln dafür nicht zur Verfügung.

Wenn auch für die praktische Anwendung die Kenntnis von λ in Gl. I nicht unbedingt notwendig ist, so kann diese Kenntnis nicht entbehrt werden, wenn man die Richtigkeit der anzuwendenden Formeln nachprüfen will. Man ist dabei bisher in der Weise verfahren, daß man die Geschiebefracht G in der Natur festgestellt hat, da wo ein Fluß in einen See mündet, weil hier die gesamte in einem längeren Zeitraum durch einen Flußquerschnitt oberhalb der Mündung abgeführte Geschiebemenge abgelagert wird und gemessen werden kann. Wenn dann für diesen Querschnitt und diesen Zeitraum auch noch die Beobachtungswerte B ermittelt werden und damit f (B) gebildet wird, ist $\lambda = \frac{G}{f(B)}$ bekannt. So wurde λ an der Tiroler Ache[4]) berechnet.

Link macht nun einen neuen Vorschlag, der mir sehr beachtenswert erscheint, weil er die Untersuchung auch an Flüssen gestattet, die nicht in einen See münden. Sein Gedankengang ist dabei folgender:

[1]) Dr. Schaffernak, Neue Grundlagen f. d. Berechnung der Geschiebeführung, 1922, Verlag Deutike, Leipzig und Wien. Siehe auch Besprechung dieser Arbeit durch Kurzmann, Wasserkraft 1923, Heft 2, S. 17.
[2]) Deutsche Wasserwirtschaft 1925, Heft 11.
[3]) Kurzmann, Beobachtungen über Geschiebeführung, 1919; Verlag A. Huber, München, Neuturmstraße; S. 62.
[4]) Kurzmann, Beobachtungen, S. 44 u. ff.

Digitized by Google

Wenn man zwei Querschnitte eines Flusses betrachtet, so gilt für den oberen $G_o = \lambda f(B_o)$
und den unteren $G_u = \lambda f(B_u)$
und für den Unterschied $G_o - G_u = \lambda f(B_o) - f(B_u)$

Wenn durch die beiden Querschnitte in einem bestimmten Zeitraum nicht die gleiche Geschiebemenge abgeführt wurde, so müssen sich im Flusse zwischen den beiden Querschnitten entweder Ablagerungen oder Abtragungen zeigen. Ihre Größe kann aus Aufnahmen im Flusse mit Hilfe einfacher Massenberechnungen ermittelt werden und sind gleich $G_o - G_u$. Auch $f(B_o)$ und $f(B_u)$ können mit Hilfe einer der verfügbaren Formeln für den betrachteten Zeitraum auf Grund unmittelbarer Beobachtungen gebildet werden, damit ist

$$\lambda = \frac{G_o - G_u}{f(B_o) - f(B_u)} \text{ bestimmt. . . . . Gl. II.}$$

Link hat diesen Vorschlag für eine Strecke der unteren Iller zu verwirklichen gesucht. Er wählte für die Bildung der f (B) die Du Boys-Kreuter'sche Formel[5]) indem er die damit berechnete sekundliche Geschiebemenge, den Geschiebetrieb, zur Geschiebefracht für den Beobachtungszeitraum summierte. Das Ergebnis ist nicht befriedigend. Link führt dies selbst darauf zurück, daß entweder die Formel nicht zutrifft oder daß die Rechnungsgrundlagen, das sind die Gefälle- und die Massenberechnungen, ungenau waren. Man kann dieser Begründung nur zustimmen, denn einmal muß die Richtigkeit der Formel an und für sich bezweifelt werden, dann spielt bei ihr das Wasserspiegelgefälle eine wesentliche Rolle. Dabei ist es fast unmöglich, dieses Gefälle eindeutig zu bestimmen, da der Wasserspiegel an der gleichen Stelle ständig auf und ab schwankt, und von Wind und Wellen stark beeinflußt wird. Das Wasserspiegelgefälle zwischen zwei Flußpunkten ist hiervon abhängig und daher immer veränderlich. Zudem unterscheidet sich das Gefälle an beiden Ufern oft sehr voneinander, und ist auch in der Flußmitte häufig anders wie an den Ufern.[6])

Eine zuverlässige Formel für Geschiebetrieb oder -fracht wird sich daher nur auf Beobachtungswerte stützen können, die mit den heutigen Mitteln eindeutig gemessen werden können, das sind die Wassermengen und die mittleren Geschwindigkeiten. Link deutet dies auch an, indem er am Schluß seines Aufsatzes auf Beziehungen zwischen Geschiebetrieb und Wasserführung hinweist. Wenn erst einmal eine den natürlichen Vorgängen entsprechende Formel gefunden sein wird, dann wird man auch noch das berücksichtigen können, was Link über den Abrieb des Geschiebes auf seinem Wege durch das Flußbett ausführt, indem er darlegt, daß sich der Unterschied in den Geschiebefrachten voneinander etwas weiter entfernten Flußquerschnitten nicht nur in der Sohlenänderung dieser Flußstrecke ausdrücken, sondern daß auch noch die Veränderung der Geschiebemengen durch den Abrieb in Rechnung zu ziehen sein wird.

Mit der Geschiebeführung im allgemeinen beschäftigt sich auch Dr. Schoklitsch in den ersten Abschnitten seines neuen Werkes „Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken."[7])

Schoklitsch zeigt zunächst eine einfache Möglichkeit, das aus verschiedenen Korngrößen bestehende Geschiebegemisch durch eine Zahl zu charakterisieren, die sich aus der zeichnerischen Darstellung ergibt. Dann geht er auf die Geschiebe- und Sinkstoffbewegung in Flußläufen über und bringt viel neues Material. Für den Geschiebetrieb und die Geschiebefracht leitet er die Formeln ab:

$$\mathfrak{G} = C\,(Q - Q_o) \text{ in } \frac{m^3}{sec} \text{ . . . . Gl. III.}$$

$$G = \Sigma\,\mathfrak{G} = C\,\Sigma\,(Q - Q_o) \text{ in } m^3 \text{ . . Gl. IV.}$$

Er kommt so auf etwas anderem Wege zu den gleichen Formeln wie Hochenburger.[8]) Gl. IV will ausdrücken, daß die Geschiebefracht proportional ist der wirksamen Wasserfracht, das ist der Wasserfracht während der Zeit der Geschiebebewegung vermindert um die Wasserfracht, die in dieser Zeit abgeführt worden wäre, wenn nur der Grenzwasserspiegel erreicht worden wäre, wobei der Grenzwasserspiegel dem Beginn der Geschiebebewegung entspricht. Welche verschiedenen Bedenken gegen die Ableitung dieser Formeln sprechen, habe ich bereits früher eingehend dargelegt.[9]) Schoklitsch selbst weist darauf hin, daß die gemachten Annahmen in der Natur nicht erfüllt werden. Insbesondere trifft nicht zu, daß die Geschwindigkeit des Geschiebes proportional der mittleren Profilgeschwindigkeit des Wassers ist und daß das Wasserspiegelgefälle während der ganzen Beobachtungszeit als unveränderlich angesehen werden kann.

Nachdem aber derzeit eine andere anerkannte Geschiebefrachtformel nicht zur Verfügung steht, scheint mir die genannte Gl. IV doch ein geeignetes und verhältnismäßig einfaches Hilfsmittel zu sein, um die oben erwähnten Erscheinungen, die durch Eingriffe in den Fluß hervorgerufen werden, zu beurteilen. Dazu kommt noch, daß die Beobachtungen in der Natur und im Laboratorium, wie Schoklitsch ausführt, die Formel zu bestätigen scheinen. Auch die Beobachtungen an der Tiroler Ache haben erwiesen, daß von all den in Betracht gezogenen Formeln die Gl. IV am besten zutrifft. Die für drei verschiedene Beobachtungszeiträume ermittelten Abfuhrziffern C dieser Gleichung unterschieden sich nur wenig voneinander, sie liegen zwischen 0,000176 und 0.000182.[10]) Mit diesen Zahlen stimmt sehr gut das Ergebnis einer Berechnung für die Mur bei Frohnleiten überein, bei der Schoklitsch C=0,00019 festgestellt hat.[11]) Es wäre sehr zu begrüßen, wenn die Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde die von Link durchgeführten Berechnungen für die untere Iller auch mit Bildung der f (B) aus der Gl. IV nachprüfen ließe. Dabei wäre allerdings noch notwendig, den Grenzwasserspiegel für die Beobachtungsquerschnitte zu bestimmen, was bisher nicht geschehen ist — wohl wegen der Schwierigkeiten, die sich der genauen Ermittlung des Schleppkraftgrenzwertes entgegenstellen.[12]) Nach dem an der Tiroler Ache angewandten Verfahren wird man aber den Grenzwert wenigstens annähernd ermitteln können, was für diese Untersuchungen mit ihren vielen Faktoren der Unsicherheit genügen wird.

Der Hauptteil des neuen Werkes von Dr. Schoklitsch ist Untersuchungen gewidmet, die die Geschiebebewegung bei Stauwerken betreffen. Modellversuche, die die zweckmäßigste Anordnung eines projektierten Wehres an der Mur für das Kraftwerk Bruck-Pernegg zu finden suchten, sind eingehend geschildert. Hieran schließen sich dann noch Angaben über Messungen am bestehenden Murwehr bei Peggau, die Aufschluß darüber bringen sollten, wie weit das Bild, das derartige Modellversuche liefern, mit den Verhältnissen in der Natur übereinstimmt. Die Untersuchungen führten im wesentlichen zu dem gleichen Ergebnis wie die Modellversuche der „Mittlere Isar-A.-G.", auf Grund deren das Wehr dieser Was-

5) Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, III. Teil, 6. Band, 5. Auflage.
6) Kurzmann, Beobachtungen, S. 59.
7) 1926, Verlag Julius Springer, Wien.
8) F. von Hochenburger, Ueber Geschiebebewegung und Eintiefung fließender Gewässer, 1886; Verlag Wilh. Engelmann, Leipzig.
9) Kurzmann, Beobachtungen, S. 8, 56.
10) Kurzmann, Beobachtungen, Zusammenstellung Nr. 6.
11) Schoklitsch, Geschiebebewegung, S. 21.
12) Kurzmann, Beobachtungen, S. 39.

Digitized by Google

serkraftanlage gestaltet wurde.[13]) Insbesondere hat sich auch hier gezeigt, daß die richtige Lage des Wehres im Flußschlauch und die gute konstruktive Ausbildung des Einlaufs wichtiger sind als ein großer Einlaufquerschnitt, und daß Geschiebe vom Werkkanal mit großer Wahrscheinlichkeit nur ferngehalten werden kann, wenn die Einlaufschwelle selbst mit Spüleinrichtungen versehen wird. Sehr anschaulich hat Schoklitsch auch die Aenderungen der Sohlenlage im Staubereich und in der Entnahmestrecke dargestellt und durch Modellversuche belegt.

Die erwähnten Modellversuche der Mittleren Isar haben gezeigt, daß bei Flußverzweigungen das Geschiebe zum größten Teil in den abzweigenden Flußteil gelangt, weil das langsam an der Flußsohle strömende kiesbeladene Wasser viel stärker aus der Zuströmungsrichtung abgelenkt wird als die schneller fließenden oberen Schichten. Zu ähnlichen Ergebnissen führten auch Modellversuche, die Professor Rehbock in Karlsruhe im Jahre 1920 auf Anregung der Mittleren Isar durchgeführt hat. Diese Modellversuche wurden dann später im Wasserbaulaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe weiter verfolgt und sind ausführlich beschrieben in der Arbeit von Dr. Hermann Bulle: Untersuchungen über die Geschiebeableitung bei der Spaltung von Wasserläufen.[14]) Bulle konnte nachweisen, daß der Wasserspiegel bei der Flußteilung stets ein Quergefälle gegen die Abzweigung zu hat. Dieses Quergefälle, das bei allen

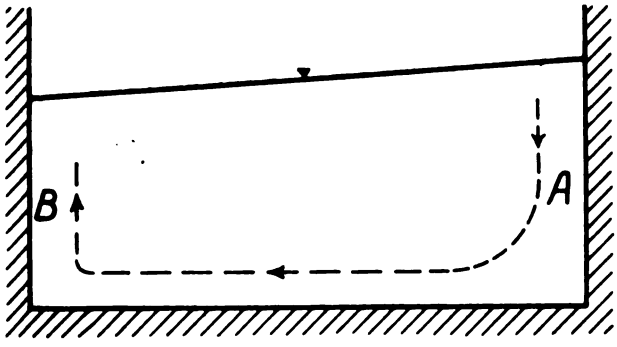


Abb. 1.

untersuchten Abzweigwinkeln selbst bei stromaufwärts gerichteten Abzweigungen festzustellen war, ergibt, wie Bulle ausführt, unmittelbar bei der Abzweigung eine Bewegung der Wasserfäden von A nach B, da bei A der statische Druck des Wassers größer ist als bei B. (Siehe Abb.) Die dadurch bedingte Querströmung an der Sohle führt die Geschiebekörner der Abzweigung zu. Bulle hat gemessen, daß bei einem Abzweigwinkel von 30° und bei gleicher Wasserverteilung zwischen den beiden Armen 97,33% des Geschiebes vom Seitenarm aufgenommen wird. Bei Aenderung des Abzweigwinkels verringert sich unter sonst gleichen Verhältnissen die vom Seitenarm abgezogene Geschiebemenge etwas, bis bei einem Winkel von 120°, also schon bei stromaufwärts gerichteter Abzweigung, der Kleinstwert von 87,5% erreicht wird. Wenn durch die ständige Geschiebezufuhr der Seitenarm stark verlandet ist, gelangt etwas mehr Geschiebe in den Hauptarm, jedoch ist die Mehrung nicht wesentlich. Auch bei Abrundung der oberstromigen Ecke der Abzweigung wird das Verhältnis der Geschiebeverteilung nicht geändert. Vielmehr wurde auch hier bestätigt, daß eine größere Länge der Eintrittsöffnung zum Seitenarm die Geschiebezufuhr in diesen Arm befördert, daß also die Voraussetzungen falsch waren, nach denen bisher die Kanaleinläufe berechnet wurden, indem man einen möglichst großen Einlaufquerschnitt wählte, um eine geringe Eintrittsgeschwindigkeit zu erhalten.

Bulle gibt eine gute Begründung für die Entstehung des die Querströmung verursachenden Quergefälles und weist darauf hin, daß dabei auch die Fliehkraft eine Rolle spielt, weil das Wasser in einer Kurve aus dem Hauptarm in den Seitenarm eintritt. Damit wird eine Verbindung hergestellt zu einer Frage, die ebenfalls in letzter Zeit durch Modellversuche genauer untersucht worden ist. Dr. Karl Lüders berichtet in einer Abhandlung: Zur Geschiebebewegung in S-förmig gekrümmten Flußläufen[15]) über diese im Wasserbaulaboratorium der Technischen Hochschule Braunschweig durchgeführten Versuche. Es konnte nachgewiesen werden, daß in den Flußkrümmungen die Oberströmung ganz anders gerichtet ist wie die geschiebebeladene Grundströmung. Die Fliehkraft hebt den Spiegel des in der Kurve fließenden Wassers an dem ausbiegenden (konkaven) Ufer und erzeugt ein Quergefälle, das dann wieder die in der obenstehenden Abbildung dargestellte Wasserbewegung hervorruft. Im Zusammenhang mit der Vorwärtsströmung ergibt sich dadurch eine spiralförmige Gesamtbewegung des Wassers, wobei die gegen das einbiegende Ufer gerichtete Grundströmung das Geschiebe zu diesem Ufer verbringt, wo es liegen bleibt, so daß Kiesbänke an den einbiegenden Ufern entstehen. Entgegen früheren Anschauungen werden die Uebergänge zwischen diesen Kiesbänken, die Schwellen, von dem Geschiebe gequert, da es dem Stromstrich folgt, in dessen Verlauf auf den Schwellen Ober- und Unterströmung gleiche Richtung haben. Faber[16]) bestätigt auf Grund seiner Beobachtungen am Inn und Oberrhein die Richtigkeit der Ergebnisse dieser Modellversuche.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, daß die besprochenen Modellversuche von Schoklitsch, Bulle und Lüders meine Darlegungen über die Wirkungsweise der schwebenden Bauten im geschiebeführenden Fluß[17]) neuerdings als zutreffend gezeigt haben. Dr. Leiner ist meiner Auffassung insofern entgegengetreten[18]), als er nicht die Flußteilung als den Hauptgrund für die Wirkung der Gehänge ansah, sondern den durch die Gehänge verursachten Stau. Auch Faber[19]) spricht sich in diesem Sinne aus. Ich gebe zu, daß diese Meinung richtig sein kann, wenigstens was den Anfang der Gehängewirkung betrifft. Das Wesentliche meiner Ausführungen war aber, zu betonen, wie wichtig als Erklärung für die Wirkungsweise der Gehänge die Erkenntnis ist, daß die geschiebebeladene Grundströmung in vielen Fällen eine ganz andere Richtung als die Oberflächenströmung hat und bei entsprechendem Druckgefälle stärker abgelenkt wird wie jene. Wodurch das Druckgefälle erzeugt wird, sei es durch Stau oder durch die Fliehkraft oder durch den Eintritt von Wasser in eine Stromverzweigung ist weniger von Bedeutung. Vollständig stimme ich mit Dr. Leiner auch darin überein, daß die Wirkungsweise der Gehänge ebenfalls wert wäre, durch Modellversuche eingehend behandelt zu werden. (W. 936.)

---

[13]) Veröffentlichungen der Mittleren Isar A.G.: Modellversuche über die zweckmäßigste Gestaltung einzelner Bauwerke. Charlottenburg 1923, Rom-Verlag; hier: dritter Teil bearbeitet von Dr. Hans Thoma.

[14]) 1926, VDJ-Verlag, Berlin SW 19; 34 S. m. 58. Abb. Preis brosch. 5 M.

[15]) Doktor-Dissertation, siehe auch „Die Bautechnik" 1925, Heft 53.

[16]) Dr.-Ing. Faber, Der Weg zur Ausbildung einer einheitlichen Lehre über das Verhalten der geschiebeführenden Flüsse, Die Bauzeitung, 1926, Heft 33.

[17]) Die Wasserkraft, 1924, Heft 3.

[18]) Die Wasserkraft, 1924, Heft 11.

[19]) Dr.-Ing. Faber, Die Wolfschen Bauten zur Verbesserung geschiebeführender Flüsse; Die Bautechnik, 1926, Heft 14.

Digitized by Google

Die Ourtalsperre.

Von Regierungs-Baumeister Reinhold Hans Winter, AEG, Abteilung für Wasserkraftanlagen.

Die Hauptdaten für das an der Luxemburger Grenze geplante Eifelkraftwerk sind bereits in früheren Veröffentlichungen ausführlich gegeben worden und seien daher hier nur kurz wiederholt, während über die Talsperre selbst mehr ins Einzelne gehende Angaben folgen sollen:

Gefälle der Hauptstufe 85,5—105,5 m, Gefälle der Ausgleichstufe 14,0—24,5 m. Beim ersten Ausbau natürlicher Zufluß im Jahresmittel 10 cbm/sec, Jahreserzeugung aus Zufluß 76 000 000 kWh/Jahr, aus Akkumulierung 124 000 000 kWh pro Jahr, Turbinenleistung 270 000 PS, Pumpenleistung 135 000 PS, Generatorenleistung 200 000 kWh. Beim Endausbau mit Zubringerstollen natürlicher Zufluß im Jahresmittel 23 cbm/sec, Jahreserzeugung aus Zufluß 170 000 000 kWh/Jahr, aus Akkumulierung 330 000 000 kWh/Jahr, Turbinenleistung 820 000 PS, Pumpenleistung 340 000 PS, Generatorenleistung 600 000 kW.

Die Drehstromgeneratoren arbeiten mit 6000 Volt bei 250 Umdrehungen. Die Oberspannung wird 220 000 Volt. Die Einzelleistungen der Maschinensätze sind zur Verringerung der Kosten möglichst groß festgelegt: Turbine 70 000 PS, Pumpe 27 000 PS, Generatoren 70 000 kVA. Diese großen Maschinen sind fertig durchkonstruiert und haben sehr günstige Wirkungsgrade: Pumpen 0,84, Turbinen 0,92, Generatoren 0,96.

Der Kern der ganzen Wasserkraftanlage ist die 106 m hohe Talsperre im Ourtal auf der Grenze zwischen Deutschland und Luxemburg, oberhalb der luxemburgischen Stadt Vianden. Durch die Mauer wird im Ourtal ein Staubecken von rund 800 Millionen cbm Inhalt geschaffen. Der Stausee hat eine Oberfläche von rund 20 qkm und eine größte Längenausdehnung von 20 km, ist an vielen Stellen über 1000 m breit und zieht sich in eine große Anzahl von Seitentälern tief hinein, von denen das Tal der Irsen das bedeutendste ist. Im Irsental erstreckt sich der Stausee über 8 km Länge.

Das Einzugsgebiet der Talsperre ist 630 qkm groß und der mittlere Jahresabfluß bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 900 mm 10 cbm/sec, was 315 Millionen cbm/Jahr entspricht. Die Talsperre faßt also beinahe den gesamten Abfluß von Our und Irsen während dreier Jahre.

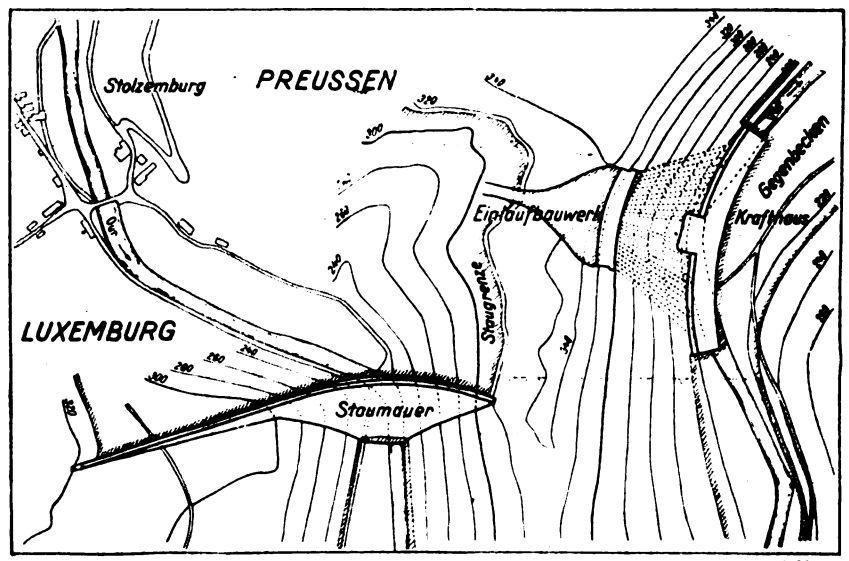


Abb. 1. Die Ourtalsperre.

Geologisch ist das Ourtal für die Anlage eines Staubeckens außerordentlich günstig. Die Mauer und der Stausee liegen vollständig im Gebiet des rheinischen Ton-Schiefers, der nach den auf Grund von Probeschürfungen erstatteten Gutachten verschiedener Geologen als sehr geeignet für die geplante Anlage anzusehen ist. Nach den bisherigen geologischen Feststellungen und nach dem örtlichen Befund im Ourtal selbst, erweist sich das Gebirge als sehr gleichförmig aufgebaute Schiefermasse, die infolge ihrer dichten Lagerung für Wasser praktisch undurchlässig ist. Klüftungen, die allein für den Wasserdurchgang in Frage kommen könnten, sind in dem Ourtal auf der in Frage kommenden Strecke nur andeutungsweise zu finden und überdies, soweit sie beobachtet werden konnten, vollständig mit tonigen Verwitterungsprodukten des Schiefers angefüllt, so daß bei der Errichtung der Staumauer auch in dieser Beziehung keine unangenehmen Ueberraschungen zu befürchten sind.

Die gleichfalls im rheinischen Devon errichtete Urfttalsperre, die sich gegen zwei verhältnismäßig schmale Bergrücken in einer Schleife des Urfttales stützt, hat sich bisher bezüglich der Wasserdichtigkeit durchaus bewährt, so daß auch bei der Ourtalsperre, wo allerdings ein wesentlich höherer Wasserdruck auftritt, das Gleiche zu erwarten ist, da die Berghänge, gegen die sich die Staumauer stützt, wesentlich mächtiger sind als bei der Urfttalsperre.

Die Staumauer ist zunächst als Schwergewichtsmauer entworfen worden und soll bogenförmigen Grundriß erhalten. Sie besteht aus dem im steilhängigen Tal liegenden Hauptteil von etwa 300 m Kronenbreite und einem etwa gleich langen niedrigen Abschlußstück, das auf dem etwas flacher verlaufenden oberen Teil des rechten Talhanges zum Abschluß in der geplanten Stauhöhe erforderlich ist.

Wie weit bei der endgültigen Festlegung der Abmessungen der Staumauer die Bogenwirkung berücksichtigt wird, bleibt noch späterer Entscheidung nach eingehenden Beratungen mit den zuständigen Stellen vorbehalten. Daß eine Verringerung der Mauerstärke mit Rücksicht auf die Bogenwirkung denkbar ist, zeigt eine Anzahl in der letzten Zeit ausgeführter Bogenmauern, von denen die folgenden genannt seien: die 1911—16 erbaute Sperrmauer von Arrow-Rock in Idaho in Amerika, 107 m hoch, 200 m Halbmesser, 72,5 m Fußbreite; die Pacoima-Sperre in Californien von 110 m Höhe, 97 m Halbmesser und 31 m Fußbreite; die Camarasa-Talsperre in Spanien von 111 m Höhe und 76 m Fußbreite.

Die Mauer, die als Schwergewichtsmauer eine Masse von etwa 700 000 cbm erhalten würde, soll im Gußbetonverfahren hergestellt werden, da nur so die zur Minderung der Bauzinsen erforderliche kurze Bauzeit erreicht werden kann. Das auf eingehenden Vorarbeiten fußende Bauprogramm sieht für die Mauer eine Bauzeit von zwei Jahren vor.

Die Füllung des Staubeckens soll schon in der Bauzeit der Mauer erfolgen, um bereits kurze Zeit nach Fertigstellung der Mauer mit größtenteils gefülltem Becken die Krafterzeugung durch Akkumulierung aufnehmen zu können. Die Umsiedlung der im Staubecken liegenden Ortschaften erfolgt deshalb sofort bei Beginn der Bauarbeiten für die Staumauer.

Die Talsperre erhält die üblichen Einrichtungen für Entlerung und Hochwasserentlastung durch Grundablässe und

Digitized by Google

Ueberfälle, die zum Teil als Heberüberfälle ausgebildet werden sollen. Die Anlage eines Hochwasserschutzraumes ist möglich und würde bei einer Höhe von 1,50 m die Aufnahme einer Hochwassermenge von rund 30 Millionen cbm gestatten, was bei einem Einzugsgebiet von 630 qkm Größe einen vollkommenen Hochwasserschutz bedeutet.

Die Wasserentnahme für das Kraftwerk erfolgt in einiger Entfernung von der Sperrmauer durch einen offenen Einschnitt von 15 m Wassertiefe in dem von einem großen Flußbogen der Our umfaßten Bergrücken. Der Einschnitt wird durch ein in aufgelöster Form geplantes Einlaufbauwerk abgesperrt, von dem aus die nur 150 m langen Druckrohrleitungen am steilen Bergrücken zum Krafthaus im Ourtal abfallen.

Der offene Einschnitt wurde einem tiefer liegenden Druckstollen, der an sich vielleicht billiger gewesen wäre, vorgezogen, weil der Berg, der die Stütze für die Staumauer abgibt, nicht durch Sprengungen im Innern erschüttert werden sollte und weil auch bei einer Erweiterung über das jetzt vorgesehene Maß hinaus Sprengungen neben dem bestehenden Druckstollen nötig wären, die eventuell zu Betriebsstörungen führen könnten. Ueberdies liegen über die Ausführungen von Druckstollen in den für die großen Wassermengen (900 cbm/sec im Endausbau) erforderlichen Abmessungen keine ausreichenden Erfahrungen vor. Selbst bei Aufteilung in drei Stollen wäre ein Querschnitt von rund 10 m Durchmesser erforderlich, dessen Herstellung immerhin Ueberraschungen ergeben könnte.

Aus all diesen Gründen wurde der offene Einschnitt vorgezogen. Die Anordnung hat betrieblich scheinbar den Nachteil, daß das Staubecken nicht voll ausgenutzt werden kann. Die Begrenzung der betriebsmäßigen Absenkung des Stauspiegels auf zirka 10 m ist aber in voller Absicht erfolgt, um zu verhüten, daß die Anlage lange Zeit mit kleinem Gefälle arbeiten muß. Dies verschlechtert den Wirkungsgrad der Turbinen und der ganzen Akkumulierung und bedingt auch einen namhaften Leistungsausfall, der gerade bei diesem Spitzenkraftwerk nicht eintreten darf, das die Einschränkung der Maschinenreserve in den angeschlossenen Dampfkraftwerken als wesentlichen Vorteil mit sich bringt, also alles vermeiden muß, was Dampfreserven zur Sicherung der Ausbauleistung nötig macht.

Die Absenkung von 10 m gibt schon einen Wasserinhalt von rund zwei Drittel des natürlichen Jahreszuflusses der Sperre; eine Wiederfüllung nach Verbrauch dieser Menge dauert also schon viele Monate, so daß man an diese Grenze der Absenkung nur in Notfällen herangehen wird. Beim späteren Ausbau des Werkes mit langem Zubringerstollen wird der Zufluß auf mehr als das Doppelte erhöht, so daß dann die Betriebsleitung freier über den Wasservorrat verfügen kann, da auf schnelle Auffüllung zu rechnen ist.

Die gemachten Angaben zeigen, daß die topografischen Verhältnisse für die Schaffung der Anlage als recht günstig bezeichnet werden können. Der Lageplan (Abb. 1) zeigt die gedrängte Ausführung, die durch die günstige Schleife der Our möglich war. Die Druckrohrleitung erhält die geringe Länge von 150 m, so daß die Druckverluste für Pumpen- und Turbinenbetrieb auf ein Minimum reduziert sind. Die geologische Beschaffenheit gestattet, Staubecken und Gegenbecken in einwandfreier Weise anzulegen und die Form des Ourtales bietet bei erträglichen Kosten die hervorragend günstige Gelegenheit zur Anlage des riesigen Staubeckens mit einer sehr großen Kraftreserve. (W. 937.)

Verhalten von Wasserturbinen bei Änderung der Drehzahl oder des Gefälles.

Von Dr. techn. P. Kohn, Prag.

(Fortsetzung aus H. 3, S. 41.)

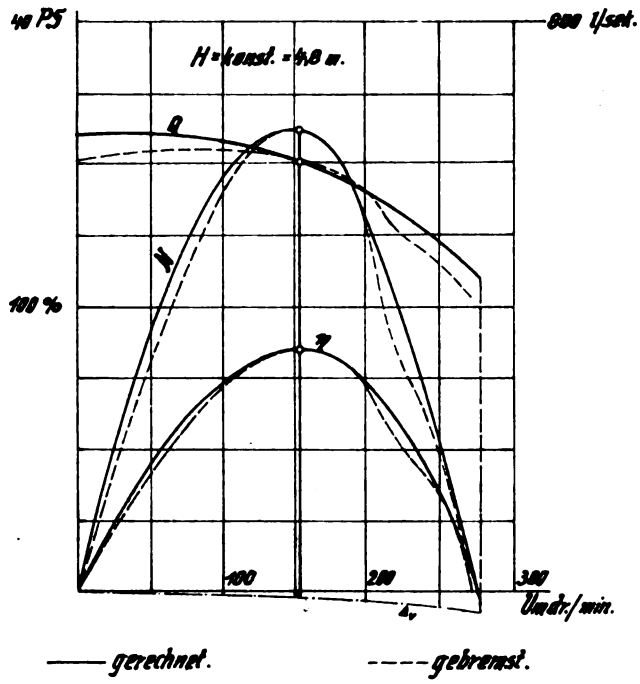
Für diesen Wasserfaden wurde das Ein- und Austrittsdreieck bestimmt (Fig. 2) und mit den spezifischen Geschwindigkeiten $u_1 = 0{,}697$, $u_2 = 0{,}542$, $c_{3t} = 0$, $c_{u2} = 0{,}035$ die Konstanten A, B usw. berechnet, wobei der Stoßverlustkoeffizient hier und später $k = 1$ angenommen wurde. Der Verlauf des Wirkungsgrades, der Wassermenge und der Leistung ergab sich aus den Gleichungen 13) 15) 20) 21), sie wurden zusammen mit den Bremswerten in Fig. 2) aufgetragen. Als zweiter Fall wurde der von Prásil gebremste Expreßläufer der Maschinenfabrik Escher, Wyss & Co., Zürich[5]), bei einem Gefälle von 2 m und einer Oeffnung $\beta = 80\%$ behandelt. Die Ausgangsbetriebsstellung wurde bei $n = 131$ Umd./min. gewählt, und ist hiebei $Q = 1600$ l/sec., $\eta = 0.8625$; der hydraulische Wirkungsgrad wurde $\varepsilon = 0.90$ geschätzt, so daß sich $\Delta = 0.0375$ ergab. Da die Laufradwinkel unbekannt waren, so konnten für die Ausgangsstellung Eintrittsstoß und Austrittsdrall nicht bestimmt werden. Es wurde daher angenommen, das sie entlang der Ein- und Austrittskante null sind, was angenähert zutreffend ist, da der Wirkungsgrad bei der gewählten Ausgangsdrehzahl sein Maximum hat. Die Mittelwerte für die spezifischen Umfangsgeschwindigkeiten ergaben sich zu $u_1 = 0.8$, $u_2 = 0.925$. Die errechneten und durch Bremsung gefundenen Charakteristiken wurden wieder in ein Diagramm eingetragen und zeigen den in Fig. 3 veranschaulichten Verlauf.

[5]) Bremsversuche an einer schnellaufenden Wasserturbine. V. D. I. 1917 S. 175.

Wir sehen, daß bei den errechneten Charakteristiken das für die Schnelläufigkeit eigentümliche Verhalten deutlich zum Ausdruck kommt. Beim Langsamläufer wächst die Schluckfähigkeit mit abnehmender Drehzahl, während beim Expreßläufer das umgekehrte der Fall ist; anderseits ist das Verhältnis von Leerlaufdrehzahl zur Drehzahl bei größtem Wirkungsgrad beim Expreßläufer größer, beim Langsamläufer kleiner als 2.

Man wird also eine gute qualitative Uebereinstimmung nicht leugnen können, hingegen wird man, besonders in Drehzahlbereichen, die weiter weg von der Ausgangsdrehzahl liegen, bei Voraussagen über die Größe von Wirkungsgrad, Wassermenge und Leistung die nötige Vorsicht walten lassen und entsprechende Abzüge machen müssen. Uebrigens kann man mit den erhaltenen Ergebnissen zufrieden sein, wenn man bedenkt, durch welche einfache Annahmen der in Wirklichkeit so verwickelte Strömungsvorgang ersetzt wurde. Benutzt man Gleichung 9), um aus den Bremscharakteristiken für Wirkungsgrad und Wassermenge den Mittelwert u_2 zu rechnen, so zeigt sich, daß derselbe nicht über den Drehzahlbereich gleich bleibt, wie dies ja in unserer Rechnung angenommen wurde. Die Abweichungen von den Bremsergebnissen dürften insbesonders auf diesen Umstand zurückzuführen sein und bedarf daher die durch die Drehzahländerung hervorgerufene Verschiebung des Meridianstrombildes noch eingehender Untersuchungen.

Digitized by Google



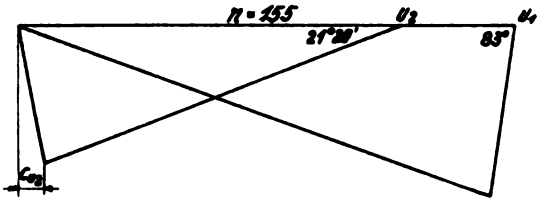


Fig. 2. Charakteristiken u. Ausgangsdreiecke zur Turbine II bei veränderlicher Drehzahl.

Soll nun noch das Verhalten von Ueberdruckturbinen bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem Gefälle untersucht werden, so brauchen nur die im Vorhergehenden angegebenen Beziehungen entsprechend geändert zu werden.

Wir bezeichnen analog wie früher die Werte der Ausgangsstellungen ohne, die Werte für eine beliebige Betriebsstellung mit einem Index. Der letztere, μ, zeigt die verhältnismäßige Aenderung des Gefälles an. Es ist daher:

$$\left.\begin{aligned} H_\mu &= \mu \cdot H, \\ \text{und ferner} \\ Q_\mu &= \lambda_\mu \cdot Q, \\ N_\mu &= \sigma_\mu \cdot N. \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Da der hydraulische Wirkungsgrad unverändert bleibt, wenn die Werte $\frac{u}{\sqrt{H}}$ und $\frac{Q}{\sqrt{H}}$ gleich bleiben, so kann man mit Hilfe dieser zwei Bedingungen leicht das Uebertragungsgesetz von veränderlicher Drehzahl und gleichbleibendem Gefälle auf gleiche Drehzahl und veränderliches Gefälle finden.

Es muß einerseits

$$\frac{u_v}{\sqrt{H}} = \frac{u}{\sqrt{H_\mu}} \quad \text{und anderseits} \quad \frac{Q_v}{\sqrt{H}} = \frac{Q_\mu}{\sqrt{H_\mu}} \quad \text{sein.}$$

Führt man in diese Gleichungen die Beziehung 3), 4), 22), ein, so erhält man:

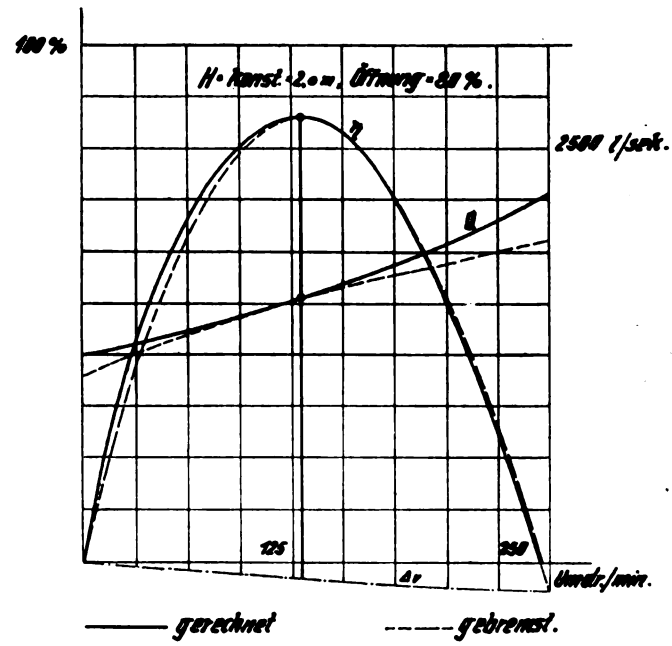


Fig. 3. Charakteristiken zum Expreßläufer bei veränderlicher Drehzahl.

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \quad \text{und} \quad \lambda_v = \frac{\lambda_\mu}{\sqrt{\mu}} \quad \ldots\ldots (23)$$

als Uebertragungsgesetz. Damit wird aus Gleichungen 13) und 15)

$$\varepsilon_\mu = \frac{1}{2A}\left\{\sqrt{\frac{4 \cdot A \cdot C_2}{\mu} + B^2 - \frac{4 A C_1}{\mu^2}} - \frac{B}{\mu}\right\} \quad \ldots (24)$$

und

$$\lambda_\mu = \frac{Q_\mu}{Q} = \frac{\frac{\mu \cdot \varepsilon_\mu}{2} + u_2^2}{\sqrt{C_2}} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

Der hydraulische Wirkungsgrad wird, wie aus Gleichung 24) hervorgeht, bei einem kleinsten Gefälle null, welches sich aus

$$\mu_0 = \frac{C_1}{C_2} \quad \ldots\ldots\ldots (26)$$

ergibt. Der zugehörige Wasserverbrauch der Turbine ergibt sich zufolge Gleichung 25) aus

$$\lambda_0 = \frac{u_2^2}{\sqrt{C_2}} \quad \ldots\ldots\ldots (27)$$

Ein zweiter Nullwert des Wirkungsgrades liegt bei $\mu = \infty$, also bei einem unendlich großen Gefälle, die Wirkungsgradcharakteristik nähert sich daher asymptotisch der H-Achse. Die Wassermenge wächst hingegen bei zunehmendem Gefälle gegen Unendlich, was aus den Gleichungen 24), 25) hervorgeht.

Bezeichnet wiederum Δ die Differenz zwischen hydraulischem und effektivem Wirkungsgrade in der Ausgangsstellung, so folgt aus gleichen Ueberlegungen wie früher:

$$\Delta_\mu = \frac{\Delta}{\mu \cdot \lambda_\mu} \quad \ldots\ldots\ldots (28)$$

Der effektive Wirkungsgrad wird

$$\eta_\mu = \varepsilon_\mu - \Delta_\mu = \varepsilon_\mu - \frac{\Delta}{\mu \cdot \lambda_\mu} \quad \ldots\ldots (29)$$

und schließlich die verhältnismäßige Leistungsänderung

$$\sigma_\mu = \frac{N_\mu}{N} = \mu \cdot \lambda_\mu \cdot \frac{\eta_\mu}{\eta} \quad \ldots\ldots (30)$$

Digitized by Google

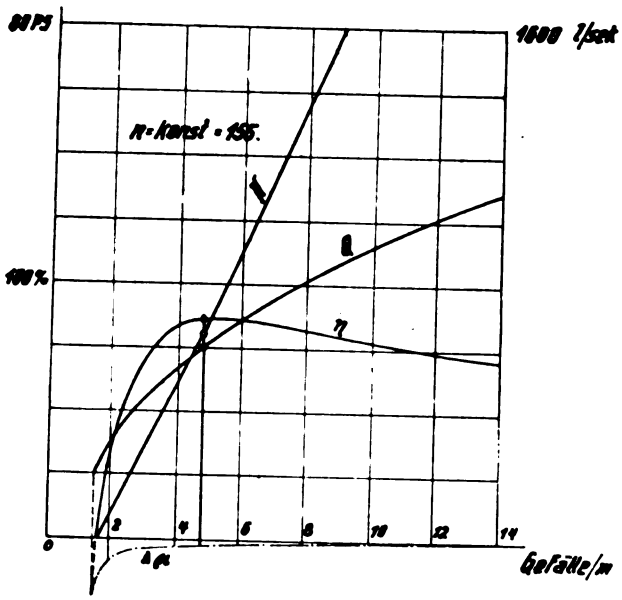


Fig. 4. Charakteristiken zur Turbine II bei veränderlichem Gefälle.

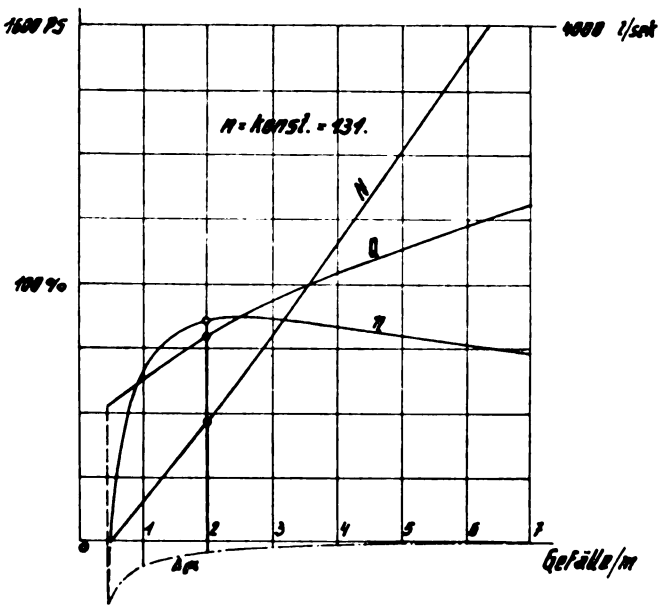


Fig. 5. Charakteristiken zum Expressläufer bei veränderlichem Gefälle.

Die Auswertung der Rechnung für die schon angeführten Turbinen zeigt Fig. 4 und 5. Die Ausgangsstellungen wurden wie früher gewählt, doch kann man natürlich auch die zu jeder anderen Drehzahl gehörigen Charakteristiken bestimmen. Die schon beim Drehzahldiagramm festgestellte Uebereinstimmung mit den Bremsresultaten ist naturgemäß auch hier vorhanden und erstreckt sich, da der Gefällsbereich bis ins Unendliche geht, über ein größeres Gebiet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es trotz der vereinfachenden Annahmen möglich ist, ein gutes Bild über das Verhalten von Ueberdruckturbinen bei gleichbleibender Oeffnung zu geben. Man kann mittelst des angegebenen Verfahrens Voraussagen über den Verlauf von Wirkungsgrad, Wassermenge und Leistung machen, weiter wird man aber auch infolge der erhaltenen Einsicht in den Vorgang schon bei der Konstruktion Annahmen machen können, welche eine Anpassung an ein gewünschtes Verhalten bewirken.

Die Uebertragung des durchgeführten Rechnungsganges auf Turbinenpumpen und Ventilatoren bereitet keine Schwierigkeiten, die Untersuchung auf Uebereinstimmung mit Versuchsresultaten sei einer späteren Studie vorbehalten. (W. 514)

Bremsergebnisse einer Stromturbine.

(System Ing. E. Sueß.)

Von Ing. Dr. techn. Franz Magyar, Supplent der Lehrkanzel für Wasserkraftmaschinen an der Techn. Hochschule in Wien.

Am 26. Mai 1926 wurde im Donaustrom, nächst Wien, die erste Freistromturbine offiziell in Betrieb gesetzt. Die nachstehend veröffentlichten Bremsergebnisse, die von der Lehrkanzel für Wasserkraftmaschinen der Technischen Hochschule in Wien durch den derzeitigen Vorstand Prof. Ing. Dr. Franz Magyar durchgeführt worden sind, entwerfen ein Bild der bisherigen Ergebnisse der Freistromturbine. Es sei darauf hingewiesen, daß die Feststellungen bei geringer Wassergeschwindigkeit vorgenommen wurden und sich auf eine verhältnismäßig kleine Turbine von 1½ m Laufraddurchmesser beziehen.

Wiederholt wurde in neuerer Zeit auf die bisher fast unausgenützten Energiemengen der strömenden Medien hingewiesen, zu deren Verwertung Strom- und Windkraftwerke vorgeschlagen werden. Da es nun als sicher gelten darf, daß die Stromkraftwerke den Windkraftanlagen sowohl bezüglich Höhe als auch hinsichtlich Beständigkeit der verfügbaren Leistung überlegen sind,[1] wird die Frage der Stromturbine im besonderen wohl kaum mehr übergangen werden können.

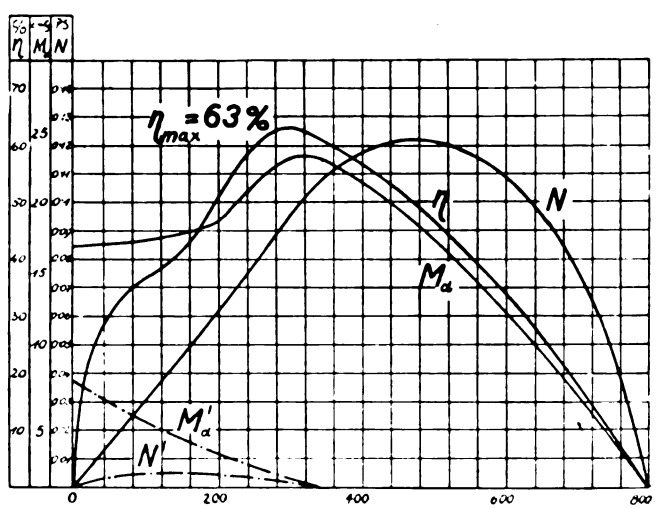


Abb 1. Wirkungsgrade eines Modelles.

Freilich waren bisher nur Schiffsmühlen, Kettenturbinen usw. bekannt, bei welchen es sich im wesentlichen um Stoßräder handelt, deren Drehzahl infolge des günstigsten Verhältnisses

[1] Vgl. Baudisch, „Die Wasserwirtschaft", 1922, Heft 3, „Ueber Stromturbinen". Baudisch, „Die Wasserwirtschaft", 1923, Heft 22, „Flüsse als Energieträger". „Magyar", Z. d. öst. Ing. u. Arch.-Ver. 1925, Heft 19/20, „Eine neue Stromturbine".

Digitized by Google

„Umfangsgeschwindigkeit gleich halber Strömungsgeschwindigkeit" derart klein wird, daß der durch hohe Uebersetzung bedingte Wirkungsgrad weit unter dem theoretisch bestenfalls erreichbaren $\eta_{t\,max} = 0.5$ bleiben muß.

Ing. E. Sueß verwendet hingegen eine Propellerturbine, der diese Nachteile keineswegs von vornherein anhaften. Es muß aber gleich bemerkt werden, daß der Propeller keinesfalls das Wesentliche dieser Konstruktion ist. Propeller im freien Strom allein wurden wiederholt ohne nennenswerten Erfolg versucht. Wesentlich ist vielmehr der Einbau des Propellers in ein konisches gegen den Austritt zu erweitertes Gehäuse, wodurch eine Druck- und Saugwirkung des Wassers erzielt werden kann. Schon die ersten Modellversuche bewiesen den großen Wert

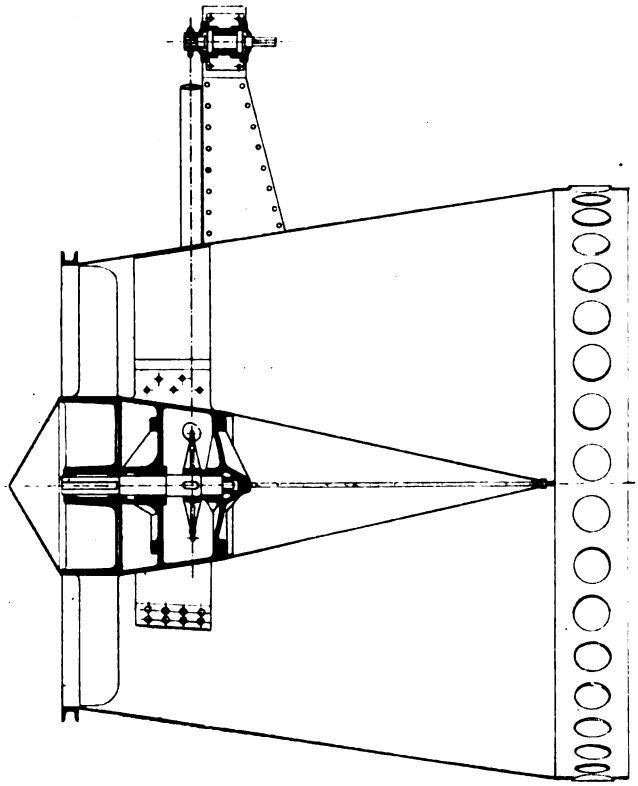


Abb. 2. Längsschnitt durch die Stromturbine.

des Gehäuses. In Abb. 1 sind die Bremskurven eines Modellpropellers von 150 mm Außendurchmesser wiedergegeben. Die strichpunktierten Kurven gelten für den Propeller allein, die vollen Linien für denselben Propeller im Gehäuse. Ein Vergleich der Kurven läßt nicht nur eine bedeutend größere Leistung, sondern auch eine mehr als doppelt so hohe Drehzahl bei Einbau des Propellers in ein Gehäuse erkennen.[2] Schon damals durfte man annehmen, daß der beste erreichbare Nutzeffekt noch lange nicht erreicht war, wenn es auch freilich noch viele Schwierigkeiten zu überwinden gab.

Inzwischen ist es Ing. Sueß nach vielen Versuchen gelungen, ein weitaus besseres, großes Modell (Abb. 2 und 3) herauszubringen, welches erst vor kurzem in der Donau bei Wien aufgestellt und gebremst wurde.[3] Das Laufrad L ist ein vierflügeliger Propeller, der sich unmittelbar hinter dem Eintrittsquerschnitt eines Gehäuses von $D_1 = 1500$ mm Eintritts- und $D_2 = 1980$ mm Austrittsdurchmesser befindet. Die Wirkung der Gehäuseerweiterung wird durch die Sauglöcher S wesentlich unterstützt.

2) Baudisch: VDI., 1922, Nr. 36, S. 869, „Die Grundlagen schnellaufender Kreiselmotoren" (Erwiderung an Bauersfeld).

3) Die Bremsung fand in Gegenwart des Verfassers unter Mitwirkung der Assistenten der gleichen Lehrkanzel Ing. A. Gratzl u. F. Pucher statt.

Der Nabenkörper hat beim Eintritt einen Durchmesser $d = 600$ mm und verjüngt sich gegen den Austritt möglichst angepaßt an das einer linearen Querschnittszunahme entsprechende Paraboloid. Die Uebersetzung zur Bremsscheibe B erfolgt durch ein Kettengetriebe 1 : 4.62. Die Ketten sind in Röhren R geführt, das Kettenrad in der Nabe ist gegen Wasser vollkommen abgedichtet. Um die Turbine während der Bremsung besser zugänglich zu machen, wurden die ursprünglich projektierten Schwimmkörper durch Pontons ersetzt. Eine weitere Erörterung der aus dem Schaubild (Abb. 4) ersichtlichen Konstruktion kann mit Rücksicht auf bereits vorliegende Veröffentlichungen[4] an dieser Stelle wohl unterbleiben.

Die Bremsung erfolgte mittels eines Pronyschen Zaumes von 716 mm Hebellänge, die Drehmomente wurden durch Feder-

Abb 3. Ansicht von vorne.

wagen bestimmt. Die Wassergeschwindigkeit wurde sicherheitshalber etwa 2,5 m vor der Turbine gemessen und betrug $c = 1{,}748$ m/sec. Knapp vor der Turbine war dieselbe infolge eines merklichen Staues von etwa 8 cm Höhe kleiner. Für die verfügbare Leistung wurde

$$L_0 = \frac{\gamma\, Q\, H}{75} = \frac{\gamma\, Q}{75} \cdot \frac{c^2}{2\,g} \text{ eingesetzt,}$$

worin $Q = F\,c$ und $F = (D_1^2 - d^2)\,\frac{\pi}{4}$ die wirksame Eintrittsfläche bedeutet. Dieser Ansatz gewährleistet insoferne eine Sicherheit, als die tatsächlich verfügbare Wassermenge, wie früher erwähnt, infolge des Staues geringer war. Ueberdies wurde der Effektverlust des Kettengetriebes bei Erstellung der Nutzleistung nicht zugeschlagen. In Abb. 5 sind die Bremskurven dargestellt, welche einen Maximalwirkungsgrad von 74% und eine Maximalleistung von 3,96 PS erkennen lassen, welche Werte zur gleichen Tourenzahl $n_1 = 210$/min an der Bremswelle bzw. $n = 45{,}5$/min an der Turbinenwelle gehören. Die Turbine hat somit eine spezifische Drehzahl

4) Baudisch, „Die Wasserwirtschaft", 1922, Heft 10, „Die Stromturbine" von Ing. E. Sueß. Pacher, „Der Mühlen- und Speicherbau", 1925, Heft 11/12, „Die Sueß'sche Stromturbine". „Magyar", Z. d. ö. Ing.- u. Arch.-Ver., 1925, Heft 19/20, a. a. O.

Digitized by Google

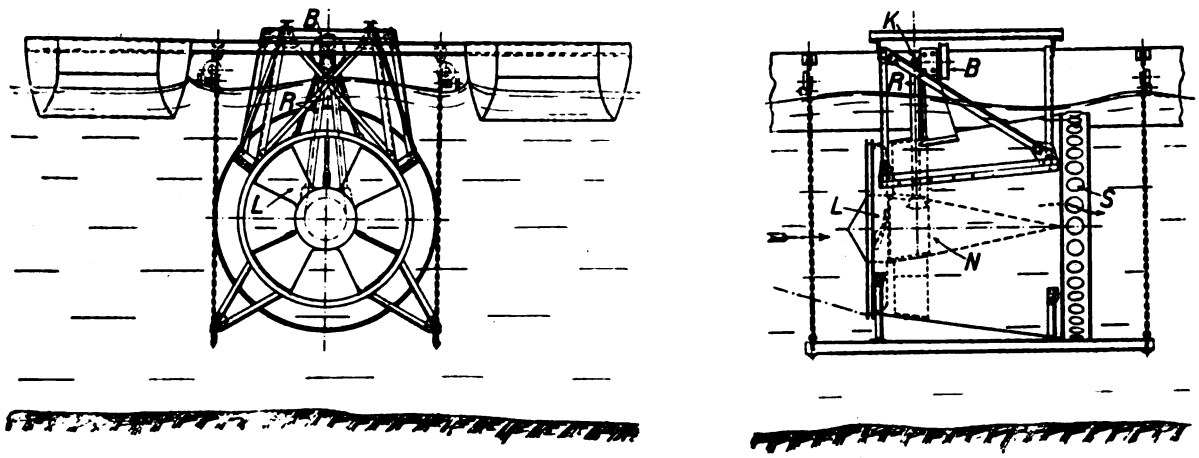


Abb. 4. Einbau der Stromturbine.

$$n_s \quad \frac{n \cdot \sqrt[4]{N}}{H \cdot \sqrt[4]{H}} \qquad \frac{n \cdot \sqrt[4]{N}}{\frac{c^2}{2g}\sqrt{\frac{c^3}{2g}}} \qquad \frac{45{,}5 \cdot \sqrt{3{,}96}}{0{,}156 \cdot 0{,}625} = 928$$

Die Unstabilität des Drehmomentenverlaufes bei etwa halber Normaldrehzahl dürfte sich bei weiteren Ausführungen vermeiden lassen.

Allein durch den bedeutend besseren Nutzeffekt und die unvergleichlich höhere Drehzahl ist die Ueberlegenheit dieser Konstruktion gegenüber den eingangs erwähnten Stoßmaschinen zweifellos schon erwiesen. Trotzdem muß aber zur besseren Beurteilung der Wirtschaftlichkeit noch erwähnt werden, daß die gebremste Turbine im Verhältnis zum Flußquerschnitt als sehr klein zu bezeichnen ist. Nachdem die Leistung mit dem Kubus der Wassergeschwindigkeit und überdies mit dem Quadrate des Eintrittsdurchmessers wächst, wird es daher leicht möglich sein, auf wesentlich höhere Leistungen zu kommen. Zunächst soll die Stromturbine in drei Größen reihenmäßig hergestellt werden, wovon die größte Type bei einer Strömungsgeschwindigkeit c = 4,0 m/sec 131,9 PS und die kleinste Type bei c = 1,75 m/sec 3,96 PS leistet. Die Stromturbinen sollen mit elektrischen Generatoren gekuppelt werden. Es ist selbstverständlich, daß bei diesen Turbinen infolge der durchwegs positiven Drucke keine Kavitation zu befürchten ist. Jeglicher Wasserbau entfällt bei ihnen.

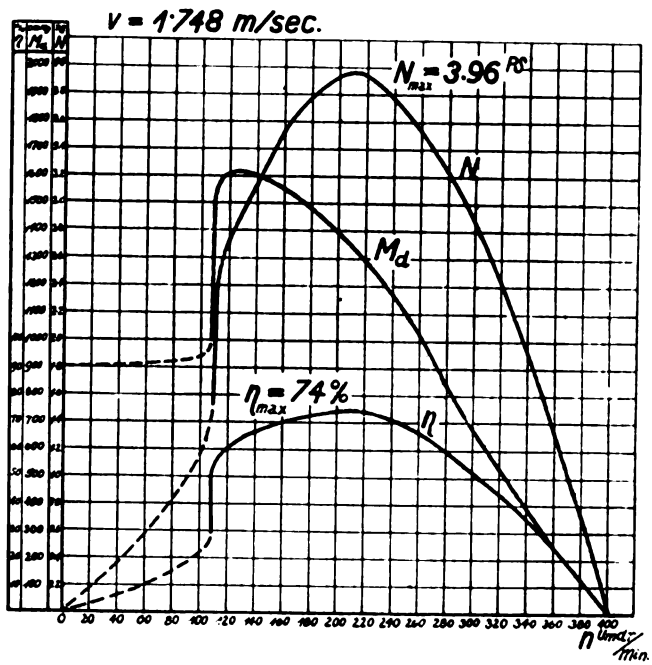


Abb. 5. Wirkungsgrade der Ausführung.

Die Regulierung der Stromturbine wird weniger Schwierigkeiten bereiten als die der Windmotoren, da die Geschwindigkeitsschwankungen im ersteren Falle weitaus geringer sind. Der Ausgleich größerer Schwankungen ist durch teilweises Herausheben der Turbinen aus dem Wasser in einfacher Weise möglich, während die kleinen Schwankungen zweckmäßig durch Anwendung elektrischer Regler ausgeglichen werden können. Besonders geeignet erscheint, soweit Gleichstrom in Frage kommt, der Zusammenbau mit solchen, in letzter Zeit vielfach verwendeter Generatoren, deren Spannung bei veränderlicher Tourenzahl innerhalb weiter Grenzen konstant bleibt.

(Wir geben den vorstehenden Ausführungen Raum, um auch über diese Neuerscheinung zu berichten. Eine Umwälzung in der Großwasserkraftnutzung zu erwarten, erscheint wohl zu weitgehend, da sich die Energieerzeugung im Großen schon aus betriebstechnischen Gründen nicht auf eine große Zahl kleiner Aggregate stützen kann. Die Drehzahlregulierung durch Herausheben der Stromturbinen aus dem Wasser muß deren Wirkungsgrad wesentlich verschlechtern; die an sich befriedigende Anwendung selbstregulierender Gleichstromdynamos ist nur für lokale Kleinversorgung möglich. Das Auftreten des großen Staues vor der Turbine dürfte bei der Wirkungsgradmessung nicht vernachlässigt werden. Die Stromturbine führt im Kreislauf der Erscheinungen wieder auf die Urform der Wasserkraftnutzung, die Schiffsmühlen, zurück, welches System sie aber zweifellos wesentlich verbessert.

(W. 696) Die Schriftleitung.)

Rundschau

Energiewirtschaft.

Wasserkraftausbau in Schweden 1925.

Die alljährliche Uebersicht weist für 1925 einen Zugang einschließlich Erweiterungen bestehender Anlagen von rund 70 000 PS an Einzelanlagen auf, welche im Bau standen, hiervon sind 7000 PS in Betrieb gekommen. Dazu treten in den staatlichen Kraftwerken 10 000 PS (Lilla Edet, erstes Aggregat) in Betrieb gestellte und 45 000 PS (Lilla Edet, 2. und 3. Aggregat, mittlerweile ebenfalls in Betrieb gestellt, und Norrfors) im Bau befindliche Anlagen. An Kleinanlagen unter 100 PS gingen etwa 1500 PS zu. Am Ende des Jahres 1925 waren in Schweden 1 387 000 PS Wasserkraft ausgebaut.

Digitized by Google

Im einzelnen erscheinen neben Lilla Edet[1]) und Norrfos[2]) bemerkenswert die selbsttätige Anlage Landafors mit einer Kaplanturbine von 600 PS bei 4,2 m Gefälle, welche ohne Bedienung arbeitet. Neben dem automatischen Turbinenregler ist ein ebensolcher Spannungsregler vorhanden; beim Auslösen eines Schalters, bei Spannungserhöhung, Erdschluß, Warmlaufen eines Lagers oder Reglerriemenbruch wird ein Signal mit Anzeigevorrichtung für die Art der Störung gegeben, bei Schalterauslösung wird die Erregung des Generators geschwächt. Ein Spannungsmesser in der Wärterwohnung dient zur Kontrolle der Netzspannung.

An Kaplanturbinen weist der Bericht für 1925 nach die Anlagen: Harmanger mit 200 PS unter 3,8 m Gef., das vorerwähnte Werk Landafors, ferner Forsby für zwei Aggregate von je 225 PS unter 4,1 m Gef., Tyrisfors mit einer Turbine von 700 PS unter 7 m Gef. und Kuislinge mit 200 PS unter 3,3 m Gefälle.

In Noreborg kamen zwei Aggregate von zusammen 600 PS unter 5,5—6,5 m Gef. mit vertikalen Stirnradgetrieben 150/1000 bzw. 170/1000 Umdr. zum Einbau.

Daneben ist eine Reihe von Abflußregulierungs-Arbeiten an den zahlreichen Seen im Bau begriffen oder fertiggestellt worden.

(Ing. Richert, Vattenkraftutbyggnaderna i Sverige under ar 1925, Svenska Vattenkraftföreningens publ. 1926 : 8.) (W. 959.)

Die größten künstlichen Staubecken sind nach einer Zusammenstellung in Eng. News-Record 1927, Heft 2, folgende:

Gouin, St. Maurice River, Quebec . . .	4,42	Mia m³
Elephant Butte, New Mexico	3,23	„ „
Assuan, Nil	2,58	„ „
American Falls, Idaho (im Voll-Ausbau)	2,09	„ „
Roosevelt, Salt River, Arizona . . .	2,00	„ „
Martin Dam, Tallapoosa River, Alabama	1,98	„ „

Zum Vergleich damit sei erwähnt, daß die Speicherinhalte einiger größter europäischer Staubecken betragen:

Tirso-Talsperre (Sardinien)[3]) . . .	0,416	Mia m³
Göschenen (Projekt)	0,280	„ „
Wäggital	0,140	„ „
Walchensee	0,110	„ „

ferner von weiter vorausliegenden Projekten:

Ourtalsperre (Eifel)[4])	0,800	„ „

(W. 957.)

Kohle oder Wasser.

Wie abwegig die Grundlagen der Energiewirtschaft nicht selten seitens der Tagespresse behandelt werden, zeigen folgende Sätze aus einer großen süddeutschen Tageszeitung:

„Wenn gleich die Auswirkung des englischen Kohlenstreiks den Ruhrkohlenbergbau im Augenblick von seinen dringendsten Sorgen befreit hat, so ist man sich in den führenden Kreisen des westdeutschen Industriegebietes doch darüber klar, daß . . . neue Verwendungsgebiete für die schwarzen Diamanten erschlossen werden müssen, falls sie dem Vordringen des Erdöls und der Elektrizität auf die Dauer erfolgreich Widerstand bieten sollen."

Man redet also der Allgemeinheit immer noch vor, daß die Kohlenkraft der Elektrizität und damit der Ausnutzung der Verteilung der Wasserkräfte „Widerstand bieten soll", und spricht damit immer noch von dem Problem „Kohle gegen Wasserkraft" statt „Kohle und Wasserkraft."

Es ist in diesen Spalten, zuletzt in Heft 2, Seite 25 und früher (Jahrgang 1926, Heft 3, Seite 19 und Heft 16, Seite 194, ferner Heft 13, Seite 150) schon wiederholt auf die Sinnlosigkeit dieser — aus nicht immer volkswirtschaftlichen Gründen — konstruierten Gegensätzlichkeit hinverwiesen worden, und ist gezeigt worden, wie auch das Ausland gerade entgegengesetzt darüber denkt. Es seien nur die Worte des Handelssekretärs Hoover wiederholt: „Wir würden unsere Pflicht vernachlässigen, wenn wir die Entwicklung und Ausnützung des Wassers versäumen." So spricht das Kohlenland Amerika und hat Jahr für Jahr einen prozentualen Leistungszuwachs zu verzeichnen, dessen Wasserkraftanteil stetig den Dampfkraftanteil übersteigt. Wenn heute von Ferngasleitungsprojekten gesprochen wird, so darf nicht übersehen und der Oeffentlichkeit nicht vorenthalten werden, daß dieselben zur Wärmeversorgung an Stelle des Kohlentransportes zu dienen haben, es darf aber ebensowenig wie bei der Kohle-Verflüssigung zwecks Oelgewinnung darin eine Konkurrenz und noch dazu eine angeblich „erfolgreiche" Konkurrenz der Wasserkraft untergeschoben werden, wenn nicht unsere Energiewirtschaft auf falsche Bahnen gelenkt werden soll.

So sagt auch Nizzola in seinen Leitsätzen für die Verwertung thermischer und hydraulischer Energie auf der Baseler Weltkraftkonferenz 1926 u. a.:

„Diese Sachlage ist geeignet, diejenigen Länder, die noch über unausgenützte Wasserkräfte verfügen, zu veranlassen, diese möglichst bald auszubauen, solange neue Wasserkraftwerke noch konkurrenzfähig erscheinen. Durch die normale und fortschreitende Abschreibung wird es möglich sein, sie auch in Zukunft konkurrenzfähig zu erhalten, zumal es zu erwarten ist, sei es durch die allmähliche Erschöpfung der günstigen Vorkommen, sei es durch die Erhöhung der Löhne, daß die Brennstoffgewinnung einer Verteuerung entgegengeht." Und diese Verteuerung wird schon ohne das Dazutreten dieser Faktoren von selbst durch den fortschreitenden Abbau, die zunehmende Fördertiefe und die Aufwendungen zur Erschließung neuer Lagerstätten herbeigeführt. (W. 948.) Rdl.

Rechtliches.

Der Begriff „Stauanlage". Nach dem bayerischen Wassergesetz ist die behördliche Genehmigung vorgeschrieben für die Errichtung von Stauanlagen an öffentlichen Gewässern oder Privatflüssen und Bächen. Privatflüsse und Bäche sind die in einem natürlichen Rinnsal mit einer gewissen Stetigkeit und Regelmäßigkeit fließenden Gewässer, die nicht der Schiffahrt dienen. Als natürliches Rinnsal ist ein im wesentlichen von der Natur gebildetes Gerinne anzusehen, mag es auch künstlich verbessert oder umgestaltet sein.

Nun hatte ein kleiner Besitzer im Bette des Fehlbaches aus Moos und Erde einen Stau eingebaut, um den natürlichen Wasserlauf aufzuhalten und das im Fehlbach fließende Wasser behufs Ausnutzung für sein Triebwerk in den nahegelegenen Fluß zu leiten. Er war infolgedessen unter Anklage gestellt und bestraft worden. Seine Revision, die vor dem Bayerischen Obersten Landesgericht zur Verhandlung gelangte, führte zur Aufhebung des Erkenntnisses.

Vor allem fragt es sich — so heißt es in den Gründen —, ob der Fehlbach überhaupt ein Bach im Sinne des Wassergesetzes ist. Eine diesbezügliche Feststellung ist noch nicht getroffen; der Angeklagte selbst behauptet, der Fehlbach sei ein künstlich hergestellter Graben, der den Zweck habe, die Möglichkeit zu schaffen, das Bett des Flusses, von dem er sich abzweigt und in den er mündet, zu reinigen, und ferner diene er dazu, das Wasser aus den Abzugsgräben einiger Anlieger aufzunehmen.

Weiterhin ist auch noch nicht erwiesen, ob hier eine Stauanlage in Frage kommt. Unter einer solchen muß verstanden werden ein Bauwerk, eine künstliche, auf längere Dauer berechnete Vorrichtung, die schon nach ihrer äußeren

[1]) Englesson, Einige schwedische und finnländische Kaplananlagen: Lilla Edet. „Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26", Seite 318.
[2]) Diese Zeitschrift 1925, Heft 7, S. 118.
[3]) Diese Zeitschrift 1924, Heft 9, S. 113.
[4]) Dieses Heft, S. 54.

Digitized by Google

Erscheinung den Eindruck der Stetigkeit macht und von dem Unternehmer zu einer länger dauernden Benutzung hergestellt wird. Vorrichtungen dagegen, die schon nach der Art ihrer Errichtung und nach ihrer Zweckbestimmung den Stempel des Vorübergehenden an sich tragen, können, auch wenn sie der Stauung des Wassers dienen, nicht als Stauanlage im Sinne des Wassergesetzes angesehen werden. — Es wäre also zu prüfen gewesen, inwiefern die von dem Angeklagten hergestellte Vorrichtung — das Einsetzen von Moos und Erde in den Fehlbach — dem Begriff der Stauanlage entsprach. Wenn es auch denkbar sein mag, daß mit solchen Stoffen ein Stauwerk hergestellt wird, so liegt doch von vornherein bei der Beschaffenheit dieser Stoffe, da von einer Befestigung durch Steine oder Pfähle keine Rede ist, die Annahme nahe, daß es sich nur um eine Vorrichtung von vorübergehender Dauer handelte, die vom Wasser alsbald wieder abgeschwemmt wurde und wohl nur den Zweck hatte, durch Zuleitung von überschüssigem Wasser in den Fluß einen zeitweilig höheren Bedarf an Wasserkraft für das Triebwerk des Angeklagten abzuhelfen.

Sonach mußte, da die getroffenen Feststellungen zu einer Verurteilung des Angeklagten nicht ausreichen, die Sache in die Vorinstanz zurückverwiesen werden.

(W. 510.) (Bayer. Oberstes Landesgericht, II. 241. 24.)

Wasserbau

Teilweise Zerstörungen zweier Bogenstaumauern infolge Unterspülung der Widerlager.

Engineering News Record Vol. 97 Nr. 16 vom 14. Okt. 1926 berichtet über zwei etwa 1—1½ Jahr zurückliegende Unfälle fast gleicher Art an zwei Bogenstaumauern, die um so bemerkenswerter sind, als beide durch schlechte Beschaffenheit des anstehenden Felsens (ungenügende Bodenuntersuchungen und leichtfertige Gründung!) verursacht sind.

Es handelt sich um die Moyie River Staumauer bei Bonners Ferry, Idaho, der Cynide Gold Mining Co., und um die Staumauer der Lake Lanier Wasserkraft Co., Tryon, N. C. Hervorzuheben ist, daß in beiden Fällen die schwachen Betonbogenmauern als Ganzes stehenblieben, auch nachdem sie auf der einen Seite ihres Widerlagers beraubt waren, und obgleich beide Becken im Augenblick des Bruches bis zur Mauerkrone gefüllt waren. Ueber das Nähere der beiden Unfälle kurz folgendes:

Die Moyie River Staumauer.

Diese 16 m hohe Bogenstaumauer ist am Fuß 1,60 m, an der Krone 0,60 m stark bei senkrechter wasserseitiger Begrenzung. Der Krümmungshalbmesser beträgt 20 m, die Kronenlänge 42 m, das Mischungsverhältnis 1¼ : 2¼ : 4¼. Unter der Gründungssohle war ein 1,80 m tiefer Herdgraben in dem gewachsenen Fels ausgehoben.

Als linkes Widerlager der Bogenmauer war ein schmaler Felsgrat gewählt worden, der an dieser Stelle das Tal des Hauptflusses von einem kleinen canyonartigen Nebenfluß trennt, der wenig unterhalb einmündet. Diese Stelle hatte man gewählt, um den schmalen und niedrigen Sattel mit Vorteil für die Anlage des Hochwasserentlastungskanals auszunutzen, der sein Wasser in den Nebenfluß abgibt. Bei 7 m Breite und 3,70 m Tiefe war dieser Kanal nur 15 m lang, woraus die geringe Breite des Felsgrates hervorgeht. Der Fels dieses Grates ist geschichtet, die Schichten fallen mit etwa 30 Grad stromaufwärts.

Außerdem wechselten harte und weichere Felsschichten ab. Der Unfall ereignete sich nun dadurch, daß, als das Becken infolge außergewöhnlicher Wolkenbrüche ganz gefüllt war und die Mauerkrone etwa 3 m hoch überflutet wurde, eine Unterspülung des Hochwasserentlastungskanales durch die weichen Felsschichten eintrat. Der Kanal wurde darauf in kürzester Zeit vollständig ausgewaschen und anschließend ein bis 15 m unter Mauerkrone tiefer, unten 6 m breiter und 25 m langer Einschnitt in dem gewachsenen Felsen durch die Gewalt des ausströmenden Wassers gebildet. Auf Abb. 1 ist auf dem linken Bild der schmale Felsgrat und an demselben als

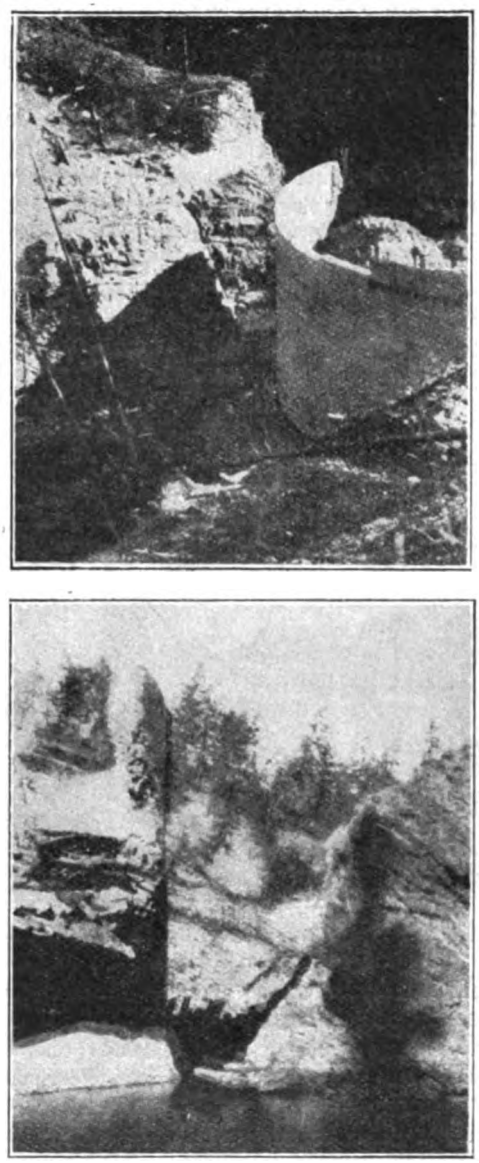


Abb. 1. Die Moyie-Staumauer nach der Zerstörung des linken Widerlagers.

weißes Band Reste der linken Seitenmauer des Hochwasserentlastungskanales sichtbar.

Da die Mauer im übrigen unzerstört blieb, soll die Wiederherstellung erfolgen, indem an Stelle des weggespülten Felsens ein Schwergewichtsmauerkörper als Widerlager erstellt wird. Abschließend kann gesagt werden, daß der schmale, nach dem Seitenteil freistehende Felsgrat, bei dem die Gefahr der Durchsickerung an sich groß ist, insbesondere bei der geschichteten Natur des anstehenden Felsens als Bogenmauerwiderlager in keiner Weise geeignet war, um so mehr als irgendwelche Maßnahmen gegen Unterspülung nicht getroffen waren!

Die Lake Lanier Staumauer.

Diese Bogenstaumauer ist 19 m hoch bei 72 m Kronenlänge zwischen zwei seitlichen Schwergewichtsmauerwider-

Digitized by Google

lagern. Der Krümmungshalbmesser beträgt 45 m, die Gründung erfolgte durchgängig auf Fels. Eiseneinlagen hat die Mauer nur in den oberen 3,5 m und am Fuß beim Uebergang in den 1,5 m tiefen Herdgraben. Da das Niederschlagsgebiet des Beckens nur klein ist, erfolgte der Ueberfluß des Hochwassers über einen Teil der Mauerkrone.

Nach den ersten Untersuchungen der Baustelle hatte man überall gesunden Fels angenommen, doch bei Beginn der Gründungsarbeiten zeigte sich, daß die oberen Felsschichten weich waren, so daß man von einem Einbinden der Bogenmauer in die Hänge absah und zur Aufnahme der Bogenkraft beiderseits je einen Schwergewichtsmauerkörper in Bruchstein mit Betonverkleidung erstellte. Diese Mauerteile wurden nur mit 1,5 m unter Gründungssohle reichenden Herdgräben in den Felsen eingebunden. Nach der Fertigstellung der Mauer im März 1925 wurde das Becken erstmalig 2 Tage vor dem Unfall, am 19. Januar 1926 ganz voll, wobei das Hochwasser über die Mauer abfloß. Am Morgen des 21. Januar 1926 erfolgte unter dem linksseitigen Widerlager ein starker Wasseraustritt, der sehr schnell an Stärke zunahm.

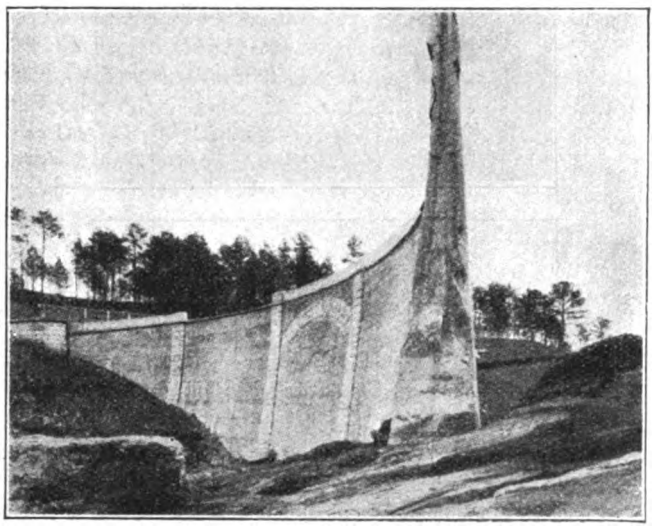


Abb. 2. Stehengebliebener Teil der Lake-Lanier-Staumauer.

Es folgte ein Wegsacken des Widerlagers und kurze Zeit darauf dessen Umstürzen und völliges Wegspülen. Abb. 2 zeigt den stehengebliebenen Teil der Mauer; das Ende der Bogenmauer im Vordergrund war die Verbindungsstelle zwischen Bogenmauer und Widerlager.

Als Ursache der Zerstörung wird das Vorhandensein verwitterter Felsschichten unter dem Widerlagerkörper und dessen Herdgraben angegeben. Da weder Abb. 2 noch die übrigen Abbildungen des genannten Aufsatzes eine Einbindung des zerstörten Schwergewichtsmauerkörpers in den Felsen erkennen lassen, scheint auch im vorliegenden Falle hinsichtlich Bodenuntersuchung, Wegräumen ungeeigneter Felsschichten vor der Gründung sowie Sicherung gegen Unterspülung nicht die für eine Staumauer unbedingt zu fordernde Sorgfalt aufgewandt worden zu sein. Ge. (W. 888.)

Wasserkraftanlagen.

Der Ausbau von Grand Falls. Ein Projekt sieht den Bau einer großen hydroelektrischen Anlage bei Grand Falls am St. John River vor, die 60 000 PS liefern soll und gleichzeitig die Kraftversorgung neuer Zeitungspapierfabriken übernehmen wird.

Beteiligt sind die International Paper Company und die Fraser Companies Ltd.

Der begonnene Ausbau sieht die Errichtung einer Sperrmauer kurz vor den Fällen vor. Von dem so gebildeten Bassin wird ein Stollen unterhalb der Stadt geführt, der in einem Einlaufwerk kurz vor dem Krafthaus mündet. Es sind drei Einheiten zu je 20 000 PS unter 22 m Gefälle vorgesehen. Durch geeignete Stauanlagen kann aber diese Leistung auf das Dreifache gesteigert werden.

Der St. John River führt sehr viel Wasser im Frühjahr, während der übrigen Jahreszeit ist wenig Wasser vorhanden. Zur Vergrößerung der zur Verfügung stehenden Wassermenge schlägt deshalb die International Paper Company vor, ein großes Stauwerk am Madawas-River, einem großen Nebenfluß, zu errichten. (W. 844.) O. W.

Wasserkraftmaschinen.

Mitteilungen aus der amerikanischen Wasserturbinen-Industrie.[1])

Die Allis Chalmers Manufacturing Company teilt in einem Anhang zum Report of Hydraulic Power Committee 1925/26 der National Electric Light Association mit, daß im Jahre 1925 außer einigen großen Anlagen von über 10 000 PS Leistung eine bemerkenswerte Pelton-Turbinenanlage mit 40 000 PS bei 754 m Gefälle und 360 Umdr./Min. für The Balch Development am Kings River in ihren Werkstätten gebaut wird. Außerdem sei auf eine Anlage der Louisville Gas und Electric Company hingewiesen, welche bei 11,3 m Gefälle und 100 Umdrehungen pro Min. 13 500 PS leisten soll. Sie wird mit axialen Propellerturbinen von zirka 4½ m Durchmesser ausgerüstet. Die Konstruktionsdaten des Laufrades, die sich aus diesen Angaben nachrechnen lassen, sind: Stichzahl $n_1' = \frac{n\,D}{\sqrt{H}}$ (H = Gefälle in m, D = Durchmesser in m, n Drehzahl pro Min.) = 135 pro Min. und Einheitsleistung;

$$N_1' \left(= \frac{N}{H \sqrt{H}} \cdot \frac{1}{D^2}\right) = 19\,PS,$$

also $n_s = n'_I \sqrt{N'_I} = 590$. Wenn die Anlage ohne Kavitationserscheinungen laufen soll, so muß der Kavitationskoeffizient des Laufrades mindestens $\sigma = 0{,}6$ sein.

Ueber die von der I. P. Morris Company gebauten Anlagen, Dix River, Soft Maple, Illinois Northern Company, Muscle Shoals usw. sind die Leser dieser Zeitschrift bereits unter-

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, 1926, H. 9, S. 103, mit dem Bericht (Auszug) für 1924.

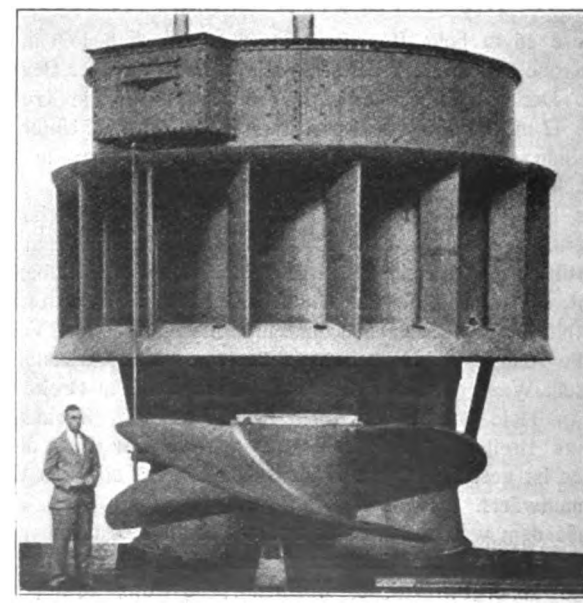


Abb. 3. Bell-Propeller der Morgan-Smith-Co.

Digitized by Google

richtet, so daß ich mich hier darauf beschränken kann, die Arbeiten der Versuchsanstalt zu erwähnen. Die Modellräder werden mit einzeln gegossenen Schaufeln angefertigt, so daß sie in der Nabe drehbar gelagert werden können und es möglich ist diejenige Schaufelstellung experimentell festzustellen, bei der der beste Wirkungsgrad eintritt. Auf diese Weise wurden für Schnelläufigkeiten von 450 bis 900 geeignete Typen entwickelt. Eine Versuchsreihe wurde dem Lufteinlaß in das Laufrad bei Teilbeaufschlagungen gewidmet, wodurch bemerkenswerte Erfolge erzielt wurden. Zu diesem Zweck wurden Spezialschieber konstruiert, welche gleichzeitig mit dem Leitapparat betätigt werden.

Dem Bericht der S. Morgan Smith Co. entnehmen wir, daß sie Propellerturbinen als Lizenznehmer der Schweizer Firma Bell in Kriens (Abb. 3) und Walzenwehre Bauart MAN baut, wozu sie von der MAN die Zeichnungen erhielt und sie lediglich für ihre Arbeitsmethoden und Materialien umzeichnete. (W. 869.) Schilhansl.

Literatur

Zeitschriftenschau

Zeitschriftenschau siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Mitteilungen des hydraulischen Instituts der Technischen Hochschule München. Herausgegeben vom Institutsvorstand Dr.-Ing. D. Thoma. Heft 1, 90 Seiten mit 85 Abb. München 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis broschiert M. 6.70.

Aus den im hydraulischen Institut der Technischen Hochschule München unter Leitung des Vorstandes Prof. Dr. D. Thoma ausgeführten Forschungsarbeiten berichtet das vorliegende 1. Heft der beabsichtigten zwanglosen Folge über: Ammann, Zahnradpumpen mit Evolventenverzahnung; — O. Kirschmer, Untersuchungen über den Gefällsverlust an Rechen; — H. Schütt, Versuche zur Bestimmung der Energieverluste bei plötzlicher Rohrerweiterung; — D. Thoma, Ueber den Genauigkeitsgrad des Gibsonschen Wassermeßverfahrens; — G. Vogel, Untersuchungen über den Verlust in rechtwinkeligen Rohrverzweigungen. — Der bisher veröffentlichte Arbeitsbereich liegt also durchwegs auf Gebieten, welche zur Anwendung in der Praxis überleiten und wertvolle Grundlagen in knapper Darstellung vermitteln. Der Fortsetzung dieser Berichte darf mit größtem Interesse entgegengesehen werden. (W. 916.) Ing. C. Reindl.

Théorie des Chambres d'équilibre. Etude du mouvement varié de l'eau dans les conduites sous pression munies d'un réservoir a libre expansion, suivie de renseignements complémentaires pour le calcul des chambres d'équilibre. Par Jules Calame et Daniel Gaden. — 271 Seiten mit 50 Abbildungen, darunter 15 Abbildungen auf Tafeln. — Lausanne, 1926, Edition „La Concorde"; geheftet 17.— schw. Franken.

Die Theorie des Wasserschlosses wird in dem vorliegenden Werk in einer neuartigen Weise entwickelt. Die Form der mathematischen Behandlung ist sehr elegant und weicht von der bisher üblichen Form in manchen Punkten ab. Der wesentliche Fortschritt, den das vorliegende Werk bringt, ist jedoch die Einführung der sogenannten Relativwerte. Diese Einführung beruht auf der Erkenntnis, daß, ähnlich wie das Modell einer Maschine bei Beachtung bestimmter Bedingungen mechanisch gleichwertig mit der Maschine selbst wird, so auch jedes Wasserschloß mit einer Reihe anderer Wasserschlösser, die bestimmten Bedingungen genügen, gleichwertig ist. Wenn die Spiegelschwankungen für irgendein bestimmtes Wasserschloß für die verschiedenen Belastungsfälle durchgerechnet worden sind, kann die Lösung auch für jene ganze Reihe von Wasserschlössern durch sehr einfache Umrechnungen gefunden werden.

In dem vorliegenden Werk werden diese Umstände durch die Einführung der sogenannten Relativwerte berücksichtigt. Als Maßstab für die Höhen (z. B. die Spiegelschwankungen) wird diejenige Spiegelerhöhung gewählt, die sich bei plötzlichem Abschalten der Vollwassermenge ergeben würde, wenn die Wasserbewegung im Stollen reibungsfrei wäre. (Diese Höhe läßt sich bekanntlich durch eine sehr einfache Formel sofort angeben.) Dann werden beispielsweise die für den Reibungsverlust im Stollen maßgebenden Umstände durch Angabe des Verhältnisses (= Relativwert) ausgedrückt, in welchem die Reibungsverlusthöhe bei der Vollwassermenge zu jener Spiegelerhöhung steht. Wenn man sich zunächst auf die Betrachtung des einfachsten Falles — Wasserschloß mit überall gleichem Querschnitt — beschränkt, so sind alle Wasserschlösser, bei denen dieses Verhältnis dasselbe ist, einander gleichwertig. Um die Spiegelschwankungen in einem beliebigen Wasserschloß in einfacher Weise angeben zu können, müssen sie für irgendein Wasserschloß mit dem betreffenden Verhältnis einmal ausgerechnet sein. Man muß also für eine Serie von Wasserschlössern, die alle vorkommenden Werte jenes Verhältnisses umfaßt, die Spiegelschwankungen einmal ausgerechnet haben. Diese Arbeit haben die Verfasser geleistet und in Kurventafeln niedergelegt.

Wenn die Zu- oder Abschaltung der Wassermengen nicht plötzlich erfolgt, muß auch die Dauer des Schaltvorganges in Rechnung gezogen werden. Dies geschieht dadurch, daß als Zeitmaßstab die Schwingungsdauer eingeführt wird, die das System Wasserschloß-Stollen bei Abwesenheit der Stollenreibung haben würde. Durch Einführung dieses Relativwertes der Abschlußzeit wird die Bezugnahme auf die Serie der durchgerechneten Wasserschlösser ohne weiteres möglich. — Für die verwickelten Anordnungen, wie z. B. die gedrosselten Wasserschlösser, werden Relativgrößen in analoger Weise eingeführt und die Bewegungen durch Kurventafeln angegeben. Während man bisher beim Entwerfen eines Wasserschlosses die Spiegelbewegungen durch stufenweise Rechnung oder Zeichnung mühevoll ermitteln mußte, können jetzt alle interessierenden Größen einfach aus den Kurventafeln abgegriffen werden. Der Fall, daß der Querschnitt des Wasserschlosses in verschiedenen Höhen ein verschiedener ist, wie er z. B. bei der bekannten Bauart der in das Gebirge getriebenen Wasserschlösser mit einer oberen und unteren Kammer und einem Verbindungsschacht vorliegt, kann in verhältnismäßig einfacher Weise mit den auf Wasserschlösser von gleichbleibendem Querschnitt bezüglichen Kurventafeln beherrscht werden; für den Fall, daß das Wasserschloß nur aus einem weiteren oberen und einem engeren unteren Teil besteht, ist überdies eine eigene Kurventafel gegeben.

Die Erkenntnis, daß ein Wasserschloß einer ganzen Reihe anderer Wasserschlösser mechanisch in ähnlicher Weise gleichwertig ist, wie die verschiedenen (richtig ausgeführten und betriebenen) Modelle einer Maschine dieser Maschine selbst gleichwertig sind, ist allerdings älter als das vorliegende Werk. Es sind hier insbesondere die Namen R. D. Johnson, Strickler, Salzmann, W. F. Durand und Braun zu nennen. Die Veröffentlichungen dieser Autoren werden in vorliegendem Werk angeführt; gleichwohl empfängt man beim Lesen des Buches den Eindruck, als ob diese Vorveröffentlichungen den Verfassern erst nach Abschluß ihrer Arbeit bekannt geworden seien, ein Eindruck, der durch eine briefliche Mitteilung der Verfasser an mich bestätigt wird. Gleichwohl bringt das vorliegende Werk einen außerordentlichen Fortschritt, denn nach

Digitized by Google

meiner Kenntnis wenigstens haben jene früheren Forscher nur die einfachsten Vorgänge — plötzliches Zu- oder Abschalten der Vollwassermenge — in einem Wasserschloß von überall gleichem Querschnitt ins Auge gefaßt und nicht den vollen Umfang der durch die Heranziehung der Aehnlichkeitsgesetze möglichen Vereinfachung erkannt und insbesondere auch nicht Kurventafeln veröffentlicht, welche die einfache Berechnung auf Grund jener Abhängigkeiten gestatten. Allerdings hat mir der bekannte amerikanische Fachmann R. D. Johnson schon im Herbst 1925 eine Kurventafel gezeigt, welche in der oben geschilderten Weise die einfache Berechnung eines Wasserschlosses gestattet, woraus hervorgeht, daß R. D. Johnson damals schon im wesentlichen im Besitz der Erkenntnisse war, welche das vorliegende Werk verbreitet. Aber diese Erkenntnis war ebensowenig veröffentlicht wie die Kurventafel, so daß das Verdienst der Verfasser dadurch nicht geschmälert wird.

Bei dem vorliegenden Werk ist besonders anzuerkennen, daß die vorteilhaften neueren Formen des Wasserschlosses wie z. B. der Differentialtank von R. D. Johnson (zu dessen Berechnung ebenfalls eine Kurventafel gegeben wird), ausführlich besprochen werden. (Als historische Notiz sei hier hinzugefügt, daß der erste Differentialtank laut Mitteilung von Herrn R. D. Johnson von ihm schon im Jahre 1903 entworfen worden ist.) Auch die Stabilitätsbedingung, die bei Wasserkraftanlagen mit kleineren Gefällen für die Bestimmung der Wasserschloßoberfläche maßgebend werden kann, wird ausführlich erörtert; es wird auch meines Wissens zum erstenmal dargelegt, daß durch Einschaltung einer Drosselöffnung zwischen das Wasserschloß und den Wasserweg Stollen-Rohrleitung eine Verbesserung der Stabilität nicht erreicht wird, weil der Einfluß der Drosselung, die einen dem Quadrat der Durchflußmenge proportionalen Widerstand liefert, bei kleinen Schwingungen verschwindet.

Neben der Theorie des Wasserschlosses bringt das vorliegende Werk zu Beginn noch eine Darlegung der Allievi'schen Theorie des Wasserstoßes in Rohrleitungen und am Schluß eine dankenswerte Zusammenstellung von Beobachtungen über Reibungsverluste in Stollen.

Nach den obigen Darlegungen ist es kaum noch nötig besonders zu betonen, daß es sich hier um ein grundlegendes Werk handelt, welches in der Hand eines jeden Ingenieurs sein sollte, der sich mit dem Entwurf von Wasserschlössern befaßt.

(W. 904.) D. Thoma.

Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk Schönmühl an der Loisach. Von Dipl.-Ing. W. Binswanger. Erweiterter Sonderabdruck aus der „Bautechnik" 1925, Heft 53, Verlag W. Ernst u. Sohn. Berlin 1926, 32 Seiten mit 30 Abbildungen.

Die vorliegende Schrift behandelt, hinsichtlich der Abbildungen und des Textes gegenüber der Zeitschriftenveröffentlichung um mancherlei Einzelheiten erweitert, die hydrographischen Grundlagen, den Bau und die Einzelheiten der Kraftanlage von 2×2500 PS Leistung bei 9,8 m Gefälle. Neben den ins einzelne gehenden Plan- und Textangaben ist besonders der Einfluß der Inflation bei den Kosten geschildert, ein ebenso interessanter wie für uns betrüblicher Rückblick.

(W. 849.) Ing. C. Reindl.

Zur gefl. Beachtung!

Diesem Heft liegt ein Prospekt über das Werk „Österreichische Energiewirtschaft" von Ing. Ornig bei, das soeben im Verlag von JULIUS SPRINGER in WIEN erschienen ist. Eine Besprechung des umfangreichen Werkes wird demnächst erscheinen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Ablauf der Eintragungsfrist von Fischerei-Rechten in Preußen. Bis spätestens zum 14. April 1927 sind in Preußen die Fischereirechte zur Eintragung in das Wasserbuch bei der zuständigen Wasserbuch- oder Wasserpolizeibehörde anzumelden. Das Verfahren der Eintragung selbst braucht bis dahin nicht erledigt zu sein. Das preußische Fischerei-Gesetz vom 11. Mai 1916 ist nämlich am 15. April 1917 in Kraft getreten und enthält im § 11 Abs. 2 die Bestimmung, daß Fischereirechte, die nicht dem Eigentümer des Gewässers zustehen, mit Ablauf von 10 Jahren zur Eintragung in das Wasserbuch, Abteilung Fischereirechte, anzumelden sind. Auf Rechte, die im Grundbuch des belasteten Wassergrundstückes eingetragen sind, sind diese Vorschriften nicht anzuwenden.

Fischereiberechtigt ist nach § 7 des Fischereirechtes der Besitzer des Wasserlaufes, wenn nicht vor dem Inkrafttreten des Gesetzes ein anderer Berechtigter vorhanden war. Eigentümer eines Wasserlaufes II. und III. Ordnung ist nach § 8 des preußischen Wassergesetzes der Anlieger, diese sind somit auch Fischereiberechtigte. Eine Eintragung von Fischereirechten, die innerhalb des Eigentums bestehen, kommt nicht in Frage. Fischereirechte, die jedoch innerhalb fremden Eigentums bestehen, sind zur Eintragung in das Wasserbuch anzumelden.

Für die Eintragung ist zunächst der Nachweis nötig, daß das Fischereirecht tatsächlich besteht. Da nur in wenigen Fällen in Verkoppelungsrezessen die Rechte genannt und da auch sonst nur selten Vereinbarungen oder Dokumente vorhanden sind, so muß als Nachweis der Rechte eine eidesstattliche Erklärung eines Zeugen, zum Beispiel des Ortsältesten, oder auch des Fischereiberechtigten selbst beigebracht werden. Diese eidesstattliche Erklärung soll etwa folgenden Wortlaut haben:

Digitized by Google

Abschrift.

Eidesstattliche Erklärung.

Der Unterzeichnete . . . . . geb. am . . . . . in . . . . . versichert durch eigenhändige Unterschrift, an Eidesstatt, daß die Fischerei in der . . . . . auf der Strecke . . . . . von . . . . . bis . . . . . (oder mittels eines Aalfangs an der Freischleuse der . . . . . Mühle) schon mehr als 30 Jahre vor dem 15. April 1917 von dem jeweiligen Besitzer (der . . . . . Mühle) oder von mir ohne Widerspruch ausgeübt worden ist.

. . . . . den 1927

Die Richtigkeit der eigenhändigen Unterschrift beglaubigt:

. . . . . den . . . . .
Der Amtsvorsteher.

Für die Anmeldung wird auf Antrag von dem Bezirks-Ausschuß, Abteilung Wasserbuch, und den Landräten kostenlos ein Fragebogen abgegeben, deren Ausfüllung meist den zu stellenden Antrag erschöpfend erläutert. Im übrigen sei hier auch auf die Anlage am Schlusse der Mitteilung Nr. 7 von 1925 des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes „Das preußische Wasserbuch" verwiesen. Zweckmäßig kann die Beifügung einer Karte (Meßtischblatt 1 : 25000) sein, in der die Fischereistrecke kenntlich gemacht ist. Der Antrag kann auch bei den beiden vorgenannten Behörden mündlich zu Protokoll gegeben werden.

Aalfangvorrichtungen an den Freischleusen der Wassermühlen sind, wenn die Gesamtfischerei am Flußlauf einem anderen gehört, sehr oft alte Rechte, die auf Grund des Fischereirechts ins Wasserbuch eingetragen werden können.

Mit der Stellung des Antrages ist der Anmeldepflicht genügt und die Frist gewährt. Die Anmeldung kann sofort vorgenommen, die zugehörigen Mitteilungen dahingegen können auch noch später nachgereicht werden. (W. 961.)

Die Fischereigerechtsame in der Berliner Spree.

Urteil des Kammergerichts vom 21. September 1926.

Den Kietzer Fischern in Köpenick steht auf Grund von Privilegien, welche ihnen der Große Kurfürst und der König Friedrich Wilhelm I. erteilt haben, die Fischereigerechtsame in der Spree bei Niederschönweide zu. Die Berliner Rudergesellschaft von 1914 hat im Wasserlauf zum Anlegen der Ruderboote, nach zuvoriger wasserpolizeilicher Genehmigung, Stege hergestellt, welche in ihn 10—15 m hineinragen. Auch am Ufer entlang sind Stege angelegt. Die Fischer glauben, durch die Anlagen in der Ausübung ihrer Rechte beeinträchtigt zu werden. Das Fischen mit Zugnetzen und Reusen werde ihnen unmöglich gemacht. Auch sei das an der Stelle früher vorhanden gewesene Gelege-Rohr, Schilf, Krautbetten und Laichkräuter beseitigt worden und infolgedessen der früher vorhanden gewesene Brut- und Laichplatz sowie die Nahrung der Fische verschwunden. Das angerufene Landgericht stellte im ersten Rechtsgang den Grundsatz auf, daß in früherer Zeit verliehene Privilegien infolge der wirtschaftlichen Entwicklung der Verhältnisse nicht mehr wie früher geschützt werden dürften und gegenüber dem Interesse des allgemeinen Verkehrs zurücktreten müßten. Auf die von den Fischern eingelegte Berufung erklärte ein kürzlich ergangenes Urteil des Kammergerichts, der aufgestellte Grundsatz sei in dieser Allgemeinheit dem geltenden Recht fremd. Es müßten vielmehr auch wohlerworbene Rechte der in Rede stehenden Art geschützt werden. Derjenige, der sie verletzt, müßte Schadensersatz nach BGB. § 823 leisten. Eine Ausübung der Fischerei wäre aber innerhalb der Anlagen der beklagten Rudergesellschaft unmöglich. Wenn auch die Fläche, die damit der Fischerei entzogen würde, im Verhältnis zur Gesamtfläche der Spree geringfügig wäre, so entstünde damit doch den Fischern ein Schaden, der, weil außerdem die Uferbesitzer an den Ufern des Wasserlaufs Anlagen errichtet hätten, nicht als unwesentlich angesehen werden könnte. Denn durch die Gesamtzahl derartiger und anderer Anlagen würde der Fischerei gerade am Ufer wesentlicher Schaden zugefügt.

Das Kammergericht erkannte grundsätzlich die Schadensersatzpflicht der Beklagten an und verwies die Sache zur Ermittlung der Höhe des Schadens an das Landgericht zurück.

Die Folgen dieses Urteils können noch nicht übersehen werden.

(W. 943.)

Beschluß des Oberverwaltungsgerichts Berlin v. 10. 7. 1926 — V. W. 161/25 — über Feststellung der Verwaltungsgebühr in einem Sicherstellungsverfahren nach § 86 des Preuß. Wassergesetzes (Wert des Wasserbenutzungsrechts).[2])

In Sachen, betr. die Beschwerde der R.H.-Werke in E. gegen den Bescheid des Vorsitzenden des Bezirksausschusses, Abt. I in A. vom 14. 7. 1925 wegen Festsetzung des Wertes des sichergestellten Wasserbenutzungsrechts an der S., hat das Preuß. Oberverwaltungsgericht, Wasserwirtschaftl. Senat, in seiner Sitzung vom 10. 7. 1926 beschlossen:

Der Bescheid vom 14. 7. 1925 wird dahin abgeändert, daß der Wert des Gegenstandes auf 24 000 RM. festgesetzt wird.

Gründe: Die R.H.-Werke in E. beantragten bei dem Bezirksausschuß, Abt. I in A., ihnen das Recht sicherzustellen, der S. nach Maßgabe des Erläuterungsberichts vom 30. 8. 1924 nebst zugehörigen Zeichnungen Wasser bis zu 200 l/sec für Betriebszwecke zu entnehmen und das gebrauchte Wasser, soweit es nicht versickere oder verdunste, in geklärtem und gekühltem Zustand in die S. zurückzuleiten. Laut Erläuterungsbericht erfolgt die Wasserentnahme aus vier Brunnen, von denen zwei mittelbar durch den Mühlgraben und zwei unmittelbar aus der S. gespeist werden. Das Wasser dient zur Hochofenkühlung, Schlackengranulierung, Kessel- und Lokomotivspeisung, Kondensation der Gebläsemaschinen, Aufbereitung des selbst gerösteten Eisensteins sowie zu Wasch- und Badezwecken, wobei etwa 10 v. H. durch Verdampfung und Versickerung verloren gehen. Da auf die Bekanntmachung des Antrags Widersprüche nicht erhoben wurden, erließ der Vorsitzende des Bezirksausschusses an die Unternehmerin den Bescheid vom 14. 7. 1925, die Sicherstellung des beantragten Rechtes sei unter den bekanntgemachten Bedingungen ausgesprochen und der Wert des Rechtes auf 197 000 RM. festgesetzt; die Verwaltungsgebühr betrage 394 RM. und die auszufertigende Urkunde werde übersandt werden, sobald die Gebühr bezahlt sei. Diese Festsetzung des Wertes beruhte auf einer gutachtlichen Aeußerung des Kulturbauamts in ..... vom 23. 3. 1925, worin bei 24stündiger Arbeitszeit und 300 Arbeitstagen die Menge des entnommenen Wassers auf 5 184 000 cbm jährlich und der Wert mit $^1/_{10}$ Pfennig je cbm = 5184 RM., ferner die Menge des eingeleiteten Wassers um 10 v. H. geringer und der Wert eines Kubikmeters ebenfalls auf $^1/_{10}$ Pfennig = 4666 RM. = zusammen 9850 RM. angesetzt sowie der Wert der Rechte, mit 5% kapitalisiert, auf 197 000 RM. berechnet war. Die Unternehmerin hatte auf die Aufforderung des Bezirksausschusses ihrerseits den Wert auf Grund gutachtlicher Aeußerung des ..... zunächst nach den zu gewinnenden Wasserkräften auf 18 337,50 RM., dann bei einem Preise von $^1/_{10}$ Pfennig je cbm irrtümlich auf 21 000 RM. (statt richtig auf 207 360 RM.) berechnet und dazu weiter bemerkt, der Wert von 18 000 RM. entspreche etwa den Kosten, welche der Bau einer Rückkühlanlage für die gesamte Wassermenge

[2]) Veröffentl. zuf. Erl. d. Min.Dw.F. v. 11. 11. 1926 — VI 17 063 —.

Digitized by Google

erfordern würde; da aber auch bei einer solchen Anlage eine Zuleitung von Frischwasser nötig sei, so dürfe der Betrag von 24 000 RM. als angemessen zu erachten sein; andere entsprechende Anlagen in dortiger Gegend seien niedriger bewertet, und die zu hohe Berechnung des Kulturbauamts könne auch für die Steuerberechnung von Einfluß sein. Das Kulturbauamt blieb in einer weiteren Aeußerung bei seiner Bewertung und lehnte sowohl den Vergleich mit den Kosten einer Rückkühlanlage ab, weil bei einer solchen dem Wasserlaufe viel weniger Wasser entnommen würde, als auch den nachträglich vom Gutachter ... genannten Preis von $^1/_{100}$ Pfennig je cbm Wasser. Demgegenüber erkannte die Unternehmerin den Wert des Rechtes im Höchstfalle mit 24 000 RM. an und bat, diesen Wert festzusetzen, andernfalls ihren Einspruch an die höhere Instanz weiterzugeben.

Der „Einspruch" ist als Beschwerde gegen die Festsetzung der Verwaltungsgebühr anzusehen. Diese gehört jetzt zu den Kosten des Verfahrens, und die Entscheidung darüber ist durch Bescheid des Vorsitzenden getroffen, was zulässig ist, da im Beschlußverfahren § 117 des Landesverwaltungsgesetzes Anwendung findet. Gemäß § 125 daselbst, der nach Artikel I § 5 der Verordnung, betreffend die Eingliederung des Landeswasseramts in das Oberverwaltungsgericht, vom 12. 3. 1924 (GS. S. 130) ebenfalls anzuwenden ist, beschließt über Beschwerden, welche die Leitung des Verfahrens und die Kosten betreffen, endgültig die in der Hauptsache zunächst höhere Instanz; das gilt auch für Beschwerden in bezug auf Verwaltungsgebühren (§ 7 des Gesetzes über staatl. Verwaltungsgebühren vom 29. 9. 1923, GS. S. 455; RdErl. des Ministers des Innern vom 23. 1. 1925 — Ia 1068 —, Pr. BesBl. S. 19 Nr 3). Demnach ist die Zuständigkeit des Senats gegeben.

Die angefochtene Festsetzung der Verwaltungsgebühr beruht auf der Verordnung, betr. Aenderung der allg. Verw.-Geb.-O. vom 29. 12. 1923 (GS. 1924 S. 1), vom 3. 1. 1925 (GS. 1925 S. 1), welch letztere einen Teil der allg. Verw.-Geb.-O. darstellt und unter Ziffer 16 Buchstabe a bestimmt, daß der Gebührensatz für die Sicherstellung, ebenso wie bei der Verleihung, $^2/_{10}$ v. H. des Wertes des Gegenstandes, mindestens aber 10 RM. beträgt. Die Verordnung hält die Kostenvorschriften der §§ 75, 84 bis 86 des Wassergesetzes aufrecht (Buchstabe a Abs. 3 a. a. O.); doch ist mit der Aufhebung der Stempelgebühr aus § 80 des Wassergesetzes und ihrer Ersetzung durch die Verwaltungsgebühr die im § 86 Abs. 2 ausgesprochene Ermäßigung der Stempelabgabe bei Sicherstellungen gegenstandslos geworden. Die Erhebung der Gebühr ist aber nicht, wie im Verwaltungsstreitverfahren und im Verfahren vor den ordentlichen Gerichten, an die Mühewaltung der Behörden an sich, sondern, wie bei den Gebühren der Verwaltungsbehörden, an die Erreichung des vom Antragsteller erstrebten Erfolges geknüpft, vgl. den oben angeführten RdErl. des Ministers des Innern vom 23. 1. 1925 Ziffer 1 und 5.

Für die Berechnung des Wertes des Gegenstandes sind die für das Verwaltungsstreitverfahren erlassenen Bestimmungen entsprechend anzuwenden, Ziff. VI—VIII des Tarifs vom 27. 2. 1884 MBliV. S. 30), der insoweit durch die späteren Aenderungen (vgl. MBliV. 1922 S. 525, 1923 S. 962, 1924 S. 133) unverändert geblieben ist. Nach Ziffer VII des Tarifs bestimmt sich der Wert des Streitobjekts durch dessen Kapitalwert. Da es sich bei den Benutzungsrechten der hier in Rede stehenden Art nicht um wiederkehrende Nutzungen, d. h. solche handelt, die nur in bestimmten Zwischenräumen ausgeübt werden, sondern um fortlaufende und dauernde, wie zum Beispiel bei Nießbrauch-, Wohn- oder Jagdrechten (vgl. Gaupp-Stein, Ziv.-Proz.-Ordn. 1925, Anm. zu § 9 S. 56, Jur. Wochenschrift, Jahrg. 99, S. 1, Nr. 1, Entsch. der Oberlandesgerichte Bd. 40 S. 345), so kommt nicht die Vorschrift unter Ziffer VII Abs. 5 des Tarifs zur Anwendung, wonach der Wert eines Rechtes auf wiederkehrende Nutzungen oder Leistungen nach dem zwölfeinhalbfachen oder 25fachen Betrage des Wertes des einjährigen Bezuges zu berechnen ist. Ebensowenig kommt die Ziffer VIII daselbst in Betracht, wonach der Wert eines Gegenstandes, der einer Schätzung nach Geld nicht fähig ist, je nach der größeren oder geringeren Wichtigkeit der Sache für die Parteien auf 100 bis 50 000 GM. anzunehmen ist, weil der Wert von Wasserbenutzungsrechten sehr wohl einer Schätzung fähig ist. Wenn der Wert des Rechtes aber auch für den Wert des Gegenstandes der Entscheidung von maßgebender Bedeutung ist, so folgt daraus nicht, daß bei der Sicherstellung der Wert des sichergestellten Rechtes immer in voller Höhe entscheidend sei. Gegenstand der Sicherstellung ist nicht die Begründung des Nutzungsrechts — dieses besteht bereits und kann auch ohne Sicherstellung für das Unternehmen ausgeübt werden —, sondern nur dessen erhöhte Sicherung in rechtlicher Hinsicht gegenüber polizeilichen Eingriffen und gegenüber Angriffen von privater Seite. Demnach kann für die Wertberechnung auch nur dieser Rechtsvorteil eines erhöhten Rechtsschutzes bestimmend sein. Aehnlich ist auch im Zivilprozesse Streitgegenstand nicht schlechthin der mit der Klage beanspruchte Gegenstand, sondern diejenige Rechtsfolge, über die durch das Urteil entschieden werden soll (Gaupp-Stein, Ziv.-Proz.-O. 1925, Bd. 1, § 3 I, S. 39). Der Wert der Sicherstellung bemißt sich nach dem Interesse, das der Antragsteller an der Sicherung seines Rechtes hat. Bei der Wertermittlung wird daher zu berücksichtigen sein, ob das sicherzustellende Recht unbestritten war oder nicht. Wird ein Recht ohne Widerspruch anderer ohne Schwierigkeit festgestellt und sichergestellt, so wird der Rechtsvorteil daran erheblich geringer sein, als wenn erst auf Grund von Zeugenaussagen oder anderer Beweismittel Zweifel beseitigt und Widersprüche Dritter überwunden werden müssen. Der Berücksichtigung dieses Umstandes steht nicht entgegen, daß für die Bemessung der Verwaltungsgebühr der erreichte Erfolg maßgeblich sein soll und nicht die größere oder geringere Mühewaltung der Behörde, denn die Schwierigkeit der Feststellung des Rechtes steht durchaus im Einklange mit dem Interesse, das der Antragsteller an einem günstigen Ergebnisse der behördlichen Ermittlungen hat. Daraus ergibt sich, daß der Wert einer Sicherstellung in der Regel nur einen Teil des Wertes des sicherzustellenden Rechtes ausmachen und dieser Teil um so geringer sein wird, je einfacher sich das Sicherstellungsverfahren gestaltet, d. h. je weniger beachtenswerte Widersprüche dagegen erhoben sind. Anders wird bei den Verleihungen, durch welche erst das Benutzungsrecht begründet wird, der Wert der Nutzungsbefugnisse selbst von maßgeblicher Bedeutung sein. In den Sachen, die sich auf die Eintragung in das Wasserbuch beziehen, wird schon durch eine niedrigere Bemessung des Gebührensatzes auf $^1/_{10}$ v. H. dem Umstande Rechnung getragen, daß es sich gleichfalls um Rechte handelt, deren Bestehen angenommen wird, und daß der Vorteil der Eintragung lediglich in der Begründung der Vermutung für das Bestehen der eingetragenen Rechte (§ 190 des Wasserges.) liegt, andererseits ein Anmeldungszwang angeordnet ist, um den Untergang der Rechte zu verhindern (§ 380 des Wasserges.).

Grundsätzlich bleibt ferner zu beachten, daß die Beschlußbehörde den Wert des Gegenstandes in entsprechender Anlehnung an § 3 der Ziv.-Proz.-O. nach freiem Ermessen schätzen darf und nicht genötigt ist, einen von den Parteien angebotenen Beweis zu erheben. Demgemäß war im vorliegenden Falle davon abzusehen, eine weitere Beweisaufnahme oder die Einholung eines weiteren Gutachtens anzuordnen; vielmehr erschien die von der Beschwerdeführerin anerkannte Bemessung des Wertes der Sicherstellung auf 24 000 RM. als angemessen.

Demnach ist der angefochtene Bescheid, wie geschehen, geändert. (W. 944.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 5 — 1. MÄRZ — 1927

Aus dem Inhalt: Ueber Grundwasserbewegung. / Lahnkanalisierung. / Eine neue Turbine. / Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen. / Persönliches. / Rundschau: Energiewirtschaft. / Wasserbau. / Wasserkraftanlagen. / Wasserkraftmaschinen. / Literatur. / Eingegangene Bücher. / Buchbesprechungen. / Vereine, Versammlungen. / Ausstellungen. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Über Grundwasserbewegung.

Von Professor Dr.-Ing. J. Kozeny in Wien, Hochschule für Bodenkultur.

Zusammenfassung.

Bekanntlich kann man unter Voraussetzung des Darcy'schen Gesetzes der Proportionalität zwischen Filtergeschwindigkeit und Druckgefälle die Grundwasserbewegung nach der Potentialtheorie behandeln, wie dies zuerst Ph. Forchheimer in seinen grundlegenden Arbeiten getan hat. Natürlich setzt dies voraus, daß der Boden bezüglich der Eigenschaften, die die Proportionalitätskonstante (Durchlässigkeit) bestimmen, durchaus homogen ist. Es wird gezeigt, daß diese Eigenschaften durch das Porenvolumen und die Bodenkornoberfläche bestimmt sind und der Beweis geführt, daß die Erscheinung der Potentialströmung (siehe die Lichtbilder) ganz bestimmte geometrische Eigenschaften bedingt. — Im Zusammenhange mit der Bodenkornoberfläche wird der Begriff des wirksamen Korndurchmessers neuerdings einer Untersuchung unterzogen und gezeigt, wie man aus einer Kornanalyse den wirksamen Korndurchmesser erhalten kann. Mit den so erhaltenen Ergebnissen werden zwei wichtige Aufgaben behandelt und zwar vorerst ganz kurz der kapillare Aufstieg in einem Sandgemisch; die ausführlichere Behandlung der kapillaren Leitung im Zusammenhange mit der Versickerung ist einer weiteren Arbeit vorbehalten.

Als zweite Aufgabe wurde das grundlegende Beispiel des Brunnens mit durchlässiger Wandung und bis zur undurchlässigen Schicht reichend, behandelt und gezeigt:

1. Der Grundwasseraustritt kann nie tiefer als bis zur halben Mächtigkeit der wasserführenden Schichte gesenkt werden. Diese Erscheinung kann nicht auf den „Brunnenwiderstand" zurückgeführt werden, sondern ist bedingt durch die Eigenart der Strömung.

2. Es wurde gezeigt, daß die Ergiebigkeit stärker mit dem Brunnendurchmesser wächst als die bisherige unrichtige Rechnungsweise ergibt.

Die Ergebnisse der Theorie werden stets mit den Ergebnissen der Versuche anderer Forscher und jenen des Verfassers verglichen.

Teufen wir ein Standrohr in einen Grundwasserträger ab, so wird sich nach einiger Zeit eine bestimmte Spiegellage einstellen, deren Höhenlage auf irgendein Niveau bezogen werde und den Wert η habe. Gehen wir in der Strömungsrichtung s weiter zu einem anderen Punkt, so wird ein bis zu demselben abgeteuftes Standrohr gleichfalls nach entsprechender Zeit einen Wasserspiegel von bestimmter Höhenlage aufweisen. Die Differenz der Standrohrspiegelhöhe, bezogen auf die in der Strömungsrichtung gemessene Entfernung der Punkte, wird sich dann einem Grenzwerte nähern, wenn die Entfernung immer kleiner wird. Dieser Grenzwert ist dann das Gefälle J, von dem die Geschwindigkeit der Grundwasserbewegung abhängig ist. In der Natur kommen sehr häufig jene Fälle vor, wo die Geschwindigkeit dem vorgenannten Gefälle direkt proportional ist. Jedenfalls wollen wir unsere Betrachtungen nur auf diese Fälle beschränken, für die also das Gesetz von Darcy gilt

Digitized by Google

$$v = k \cdot J = k \cdot \frac{\partial \eta}{\partial s} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Diese Gleichung stellt die Geschwindigkeit als die in ihrer Richtung genommene Ableitung eines Geschwindigkeitspotentials η dar. Die Konstante k wird auch als Durchlässigkeit definiert, und ist jene Filtergeschwindigkeit, mit der der Bodenquerschnitt bei einem Gefälle $J = 1$ durchflossen wird. Also kann bei freiem Grundwasserspiegel die Filtergeschwindigkeit höchstens den Wert k erreichen.

Die Untersuchungen von Krüger[1] ergaben auf empirischem Wege, daß

$$k = \frac{a}{O^2} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

gesetzt werden kann, wobei O die Oberfläche des Bodens und a einen Beiwert darstellt. Wir wollen nun dieses Gesetz auf exaktem Wege ableiten, wobei sich der Beiwert a als eine Funktion des Porenvolumens ergibt.

Von der Filtergeschwindigkeit ist wesentlich zu unterscheiden die Porengeschwindigkeit, deren mittlerer Wert v_p sei. Wir können die durch den Bodenquerschnitt F fließende Grundwassermenge darstellen durch

$$Q = v \cdot F = v_p \cdot f \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

wo f die auf den Bodenquerschnitt F entfallende Porenfläche ist; daraus folgt, daß

$$v = v_p \cdot \frac{f}{F} \text{ ist} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

woraus einleuchtet, daß die Filtergeschwindigkeit das Produkt zweier voneinander unabhängiger Größen ist, nämlich der Porengeschwindigkeit v_p und dem Verhältnis

$$\frac{\text{Porenfläche}}{\text{Bodenquerschnittsfläche}}$$

Wir wissen, daß für einen beliebig geformten Querschnitt, der nach dem Gesetze von Darcy bzw. Poiseuille durchflossen wird, die Gleichung gilt

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right) v_p = \nabla^2 v_p = -\frac{\gamma \cdot J}{\mu} c \quad \ldots\ldots (5)$$

wobei γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit und v_p die Geschwindigkeit in irgendeinem Porenquerschnittspunkte sei. Führen wir die neuen Variablen

$$\xi = \frac{x}{\sqrt{f}} \text{ und } \eta = \frac{y}{\sqrt{f}}$$

ein, wo f die Querschnittsfläche der Poren sei, so kann Gl. 5 in der Form geschrieben werden

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2}{\partial \eta^2}\right) v_p = -\frac{\gamma \cdot J \cdot f}{\mu} \quad \ldots\ldots (6)$$

und die Lösung dieser Differentialgleichung ist

$$v_p = \frac{\gamma \cdot J \cdot f}{\mu} \cdot F\left(\frac{x}{\sqrt{f}}, \frac{y}{\sqrt{f}}\right) \quad \ldots\ldots (7)$$

wobei die Funktion F am Rande des Porenquerschnitts verschwinden soll, weil daselbst infolge der Haftwirkung die Geschwindigkeit Null ist. Es ist dann

$$F\left(\frac{x}{\sqrt{f}}, \frac{y}{\sqrt{f}}\right) = -\frac{x^2 + y^2}{4f} + \sum_{n=1}^{n=\infty} a_n \cdot \Phi_n (x + iy) \quad (8)$$

wobei Φ das Zeichen für eine harmonische Funktion sei und die Bedingung gilt, daß für den Rand

$$F\left(\frac{x}{\sqrt{f}}, \frac{y}{\sqrt{f}}\right) = 0 \text{ also} \quad \ldots\ldots (8a)$$

$$\frac{x^2 + y^2}{4 \cdot f} = \sum_{n=1}^{n=\infty} a_n \cdot \Phi_n (x + iy) \quad \ldots\ldots (8b)$$

Führen wir Polarkoordinaten ein, so ist

$$x^2 + y^2 = r^2 \text{ und } x + iy = r \cdot e^{i\varphi}$$

zu setzen und wenn wir für die Punkte des Randes $r = \rho$ setzen, so gilt

$$\frac{\rho^2}{4f} = \sum_{n=1}^{n=\infty} a_n \cdot \Phi_n \left(\rho \cdot e^{i\varphi}\right) \quad \ldots\ldots (8c)$$

Ist nun der Umfang des gesamten Porenquerschnitts u und definieren wir den Halbmesser eines Kreises vom selben Umfang mit

$$r_m = \frac{u}{2\pi}$$

so kann man die Gl. 8 auch in der Form schreiben

$$F\left(\frac{r\cos\varphi}{\sqrt{f}}, \frac{r\sin\varphi}{\sqrt{f}}\right) = \frac{r^2}{4f} + \sum_{1}^{\infty} a_n \cdot \Phi_n \left(r \cdot e^{i\varphi}\right) =$$

$$= \frac{r_m^2}{4f}\left(\sum_{1}^{\infty} a_n \cdot \Phi_n \left(r \cdot e^{i\varphi}\right) \cdot \frac{4f}{r_m^2} - \frac{r^2}{r_m^2}\right) =$$

$$\frac{u^2}{16\pi^2 f}\left(\sum_{1}^{\infty} a_n \cdot \Phi_n \left(r \cdot e^{i\varphi}\right) \cdot \frac{4f}{r_m^2} - \frac{r^2}{r_m^2}\right) = \frac{u^2}{16\pi^2 f} \cdot A \quad (9)$$

Die mittlere Porengeschwindigkeit ist dann

$$v_p = \frac{\gamma \cdot J \cdot f}{\mu} \cdot \frac{1}{16\pi^2} \cdot \frac{u^2}{f} \cdot \frac{\int\int A \cdot r \cdot dr \cdot d\varphi}{\int\int r \cdot dr \cdot d\varphi} \quad \ldots\ldots (10)$$

wobei die Integrale über die ganze Fläche zu nehmen sind. Wir wissen nun, je größer die Umfangsentwicklung in bezug auf den durchflossenen Querschnitt wird, um so kleiner muß der Klammerausdruck A werden, da ja im Grenzfall alle Punkte zu Randpunkten werden und hiermit

$$F\left(\frac{r \cdot \cos\varphi}{\sqrt{f}}, \frac{r \sin\varphi}{\sqrt{f}}\right) = 0$$

werden muß. Um so kleiner aber muß auch der Mittelwert von A über der ganzen Fläche werden und hiermit auch die mittlere Porengeschwindigkeit v_p. Jedenfalls muß mit wachsendem $\frac{u^2}{f}$ der Mittelwert A_m stärker abnehmen als $\frac{f}{u^2}$. Von allen Ausdrücken A, die diese Eigenschaft haben, kommt nur jener in Betracht, dessen Mittelwert

$$A_m \sim \frac{16\pi^2}{u^4} \cdot c_1 \cdot f^2 \text{ ist} \quad \ldots\ldots (11)$$

wobei c_1 eine reine Zahl bedeutet, die von der Querschnittsform abhängig ist. Dann ist die Forderung erfüllt, daß die Porengeschwindigkeit invariant ist in bezug auf das Verhältnis

$$\frac{f}{F} \quad \frac{\text{Porenfläche}}{\text{Gesamtquerschnitt.}}$$

Denn es ist

$$v_p = \frac{\gamma \cdot J \cdot f}{\mu} \cdot c_1 \cdot \frac{f}{u^2} = \frac{\gamma J}{\mu} \cdot c_1 \cdot \frac{f}{F} \cdot \frac{f}{u^2} \cdot F \quad (12)$$

wobei $\frac{f}{F} \cdot \frac{f}{u^2}$ sich nicht ändern soll, wenn $\frac{f}{F}$ sich ändert. Hätten wir zum Beispiel einen Bodenquerschnitt F mit n Porenflächen von je $\frac{f}{n}$ Größe und dem Umfang $\frac{u}{n}$. Denken wir uns einen Porenquerschnitt verstopft, so ist dann der gesamte Porenquerschnitt

$$f_1 = f - \frac{f}{n} = \frac{n-1}{n} \cdot f \text{ und}$$

der gesamte Umfang $u_1 = u - \frac{u}{n} = \frac{n-1}{n} \cdot u$

also ist dann

$$\left(\frac{f_1}{F} \cdot \frac{f_1}{r_1^2}\right) = \frac{f}{F} \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \cdot \frac{f}{u^2}\left(\frac{n}{n-1}\right)^2 = \frac{f}{F} \cdot \frac{f}{u^2}$$

das heißt, die Porengeschwindigkeit (Gl. 12) ist unverändert geblieben, während die Filtergeschwindigkeit nach Gl. 4 auf

[1] Krüger, Die Grundwasserbewegung, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1918, Band VIII, Seite 105.

Digitized by Google

$$v = v_p \cdot \frac{f_1}{F} = v_p \cdot \frac{f}{F} \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right)$$

abgenommen hat. Für die Filtergeschwindigkeit gewinnen wir den Ausdruck

$$v = \frac{\gamma \cdot J}{\mu} \cdot c_1 \cdot \left(\frac{f}{u}\right)^2 \cdot \frac{f}{F} \quad \ldots\ldots (13)$$

und für den Grenzfall $f = F$ ist dann die Durchgangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{\gamma \cdot J}{\mu} \cdot c_1 \cdot \frac{F}{u^2} \cdot F \quad \ldots\ldots (13a)$$

Hätten wir zum Beispiel eine ebene, dünne, durchlässige Sandschichte, deren Querschnitt also ein schmaler Streifen wäre, so muß für den Grenzfall $f = F$ jene mittlere Querschnittsgeschwindigkeit herrschen, die sich nach der Theorie laminarer Strömungen beim Gefälle J für eine Bewegung zwischen zwei ebenen, parallelen Wänden ergeben würde. Die Bedingung der erwähnten Invarianz, als auch jene durch Gleichung 13a) ausgedrückte sind bei keiner bisher für k aufgestellten Gleichung berücksichtigt worden. Falls die Poren gleich sind, so vereinfacht sich die Betrachtung. Setzen wir

$$\frac{f}{u} = \frac{n \cdot f_p}{n \cdot u_p}$$

wo f_p und u_p die Fläche und den Umfang einer Einzelpore darstellen, so ist aus 12)

$$v_p = \frac{\gamma \cdot J}{\mu} \cdot f_p \cdot c_1 \cdot \frac{f_p}{u_p^2}.$$

Die Formzahl c_1 können wir aus den bisherigen bekannten Lösungen der Gleichung 6) bestimmen und es gelten folgende Zahlen

	Kreis	Quadrat	Dreieck (gleichseitig)	Streifen
$\frac{u_p^2}{f_p}$	$4\pi = 12{,}57$	16	$12\sqrt{3} = 20{,}78$	
c_1	0,50	0,5619	0,5974	$\frac{2}{3} = 0{,}66$
$c_1 \cdot \frac{f_p}{u_p^2}$	$\frac{1}{8\pi} = 0{,}0397$	0,0351	0,0288	

Da nun die Gleichung 13) mit Gleichung 1) identisch sein soll und die Faktoren

$$\frac{f}{u} \text{ und } \frac{f}{F}$$

voneinander unabhängig sind, so muß für jeden Querschnitt einer Stromröhre der Darçyschen Potentialströmung die Bedingung gelten

$$\frac{f}{u} = \text{konstant und } \frac{f}{F} = \text{konstant} \quad \ldots (13b)$$

Bei einer zylindrischen Stromröhre vom Querschnitt F entfällt auf die Länge l das Volumen $V = F \cdot l$ und der Poreninhalt $l \cdot f = i$, so daß

$$\frac{f}{F} = p = \text{Porenvolumen}$$

Anderseits können wir schreiben

$$\frac{f}{u} = \frac{f \cdot l \cdot F}{u \cdot l \cdot F} = \frac{p}{u \cdot l} \cdot V = \frac{p}{0} \cdot V \quad \ldots (13c)$$

worin 0 die Bodenoberfläche des ideellen Bodens (zylindrische Poren) ist. Es ist also vermöge der Identität von 1) und 13) gestattet, einen ideellen Boden zu supponieren, dessen geometrische Eigenschaften durch 13b) und 13c) festgelegt sind. Dabei ist es aber nicht erlaubt, dasselbe Gefälle einzusetzen wie beim natürlichen Boden, dessen Porenwege in der mannigfaltigsten Art verschlungen sind gegenüber den einfachen Porenwegen im ideellen Boden. Soll also derselbe Porenquerschnitt bei derselben Standrohrspiegeldifferenz dieselbe Wassermenge ergeben, so muß ein reduziertes Gefälle

$$J_{red} = \left(\frac{l_s}{l_w}\right) \cdot J$$

eingeführt werden, wobei l_s die scheinbare Porenweglänge (ideeller Boden) und l_w die wahre Länge (Natur) darstellen.

Aus dem Vergleich einer gradlinigen Porenströmung in zylindrischen Poren und der Porenströmung beim Umfließen eines runden Bodenkorns ergibt sich $\frac{l_w}{l_s} \sim \frac{\pi}{2} = 1{,}57$ und nach vielen Versuchsergebnissen ergab sich der empirische Wert $\frac{l_w}{l_s} \sim 2$. Den letzteren empirischen Wert werden wir bei den weiteren Rechnungen zur Anwendung bringen.

Die Gleichung 13) geht dann für eine Temperatur von 18° C, also $\mu \sim 0{,}0000105$ g. sec cm^{-2} und für eine Formzahl $c \sim 0.6$ (siehe die Tabelle) über in

$$v = \frac{0{,}6}{0{,}0000105} \cdot \frac{p^3}{0^2} \cdot V^2 \cdot \frac{J}{2} = 28571 \cdot \frac{p^3}{0^2} \cdot V^2 \cdot J \,. \quad (13d)$$

Wir stellen uns ein Kugelhaufwerk gleich großer Kugeln vom Durchmesser d_w vor, mit dem gleichen Porenvolumen und der gleichen Oberfläche. Ist n die Anzahl dieser Kugeln, so gilt

$$\frac{n \cdot \pi \cdot d_w^3}{6} = (1-p) \cdot V$$

und $n \cdot \pi \cdot d_w^2 = 0$.

Durch die beiden letzten Bedingungen ist der „wirksame Korndurchmesser" definiert.

$$d_w = \frac{6 \cdot (1-p)}{0} \cdot V$$

Führen wir den Wert $\frac{V}{0} = \frac{d_w}{6(1-p)}$ in die Gleichung 13d) ein, so erhalten wir [1a])

$$v = \frac{28571}{36} \cdot \frac{p^3}{(1-p)^2} \cdot d_w^2 \cdot J \sim 794 \cdot \frac{p^3}{(1-p)^2} \cdot d_w^2 \cdot J \quad (13e)$$

Wir teilen die vorhandenen Bodenkörner in Gruppen ein, so daß innerhalb einer Gruppe der Durchmesser zwischen einer oberen und unteren Grenze liegt. Es wären also Korngruppen mit den Durchmessern $0—d_1$, $d_1—d_2$, $d_2—d_3$ usw. und den Gewichtsanteilen Δg_1, Δg_2, Δg_3 usw. vorhanden, wobei $\Sigma \Delta g = 1$ sein soll. Denken wir uns in jeder Gruppe Kugeln von gleich großem Durchmesser d_1', d_2', d_3' usw und ist die Oberfläche jeder Gruppe o_1, o_2, o_3 usw., so ist die Gesamtoberfläche

$$0 = 0_1 + 0_2 + 0_3 + \ldots + 0_n$$

da aber die Gleichungen gelten

$$0_1 = n_1 \cdot \pi \cdot (d_1')^2 \text{ und } \Delta g_1 (1-p) = \frac{n_1 \cdot \pi \cdot (d_1')^3}{6} \text{ usw.} \quad (13f)$$

wenn n_1, n_2 usw. die Anzahl der Körner jeder Gruppe ist, also

$$\frac{0_1}{\Delta g_1 (1-p)} = \frac{6}{d_1'}, \quad \frac{0_2}{\Delta g_2 (1-p)} = \frac{6}{d_2'} \quad \ldots\ldots \text{ usw.}$$

so erhalten wir

$$0 = 0_1 + 0_2 + 0_3 + \ldots + 0_n = 6 \cdot (1-p) \cdot \left\{\frac{\Delta g_1}{d_1'} + \frac{\Delta g_2}{d_2'} + \ldots + \frac{\Delta g_n}{d_n'}\right\}.$$

Lassen wir die Intervalle Δ immer kleiner werden, der Null zustreben, so wird

$$\Sigma \frac{\Delta g}{d'} = \int \frac{dg}{d} = \frac{g}{d} + \int \frac{g}{d^2} \cdot d(d) = \frac{1}{d_w} \quad \ldots (13g)$$

und dieses Integral kann man leicht ermitteln. Wir zeichnen die Gewichtsanteilskurve (Abbildung 1), indem wir auf der Abszissenachse die Durchmesser auftragen und als Ordinaten den Gewichtsanteil jener Korngruppen, deren Durchmesser

[1a]) Die Versuche Dr. Donats an der Wiener Hochschule für Bodenkultur sprechen sehr für diese Form der Abhängigkeit der Durchlässigkeit vom Porenvolumen.

Digitized by Google

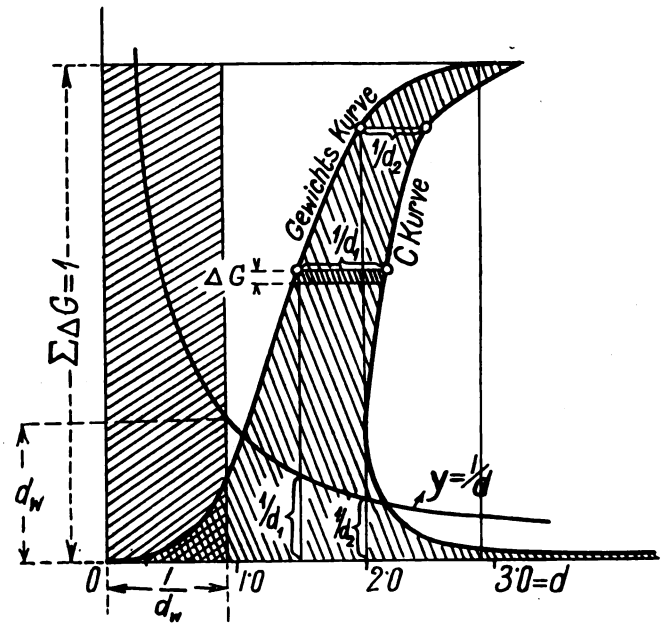


Abb. 1.

kleiner ist als die Abszisse. Ferner zeichnen wir die Linie $y=\frac{1}{d}$ und tragen von der Gewichtsanteilskurve in der Richtung der Abszissen die zugehörigen $\frac{1}{d}$ auf. Machen wir dies für sämtliche Punkte der Gewichtsanteilslinie und verbinden wir die neuerhaltenen Punkte durch eine Kurve C, so stellt die schraffierte Fläche (Abbildung 1) das Integral $\int\frac{d\,g}{d}$ vor. Verwandeln wir diese Fläche in ein Rechteck von der Höhe $\Sigma\,\Delta\,g=1$, so ist die Basis der reziproke Wert des wirksamen Korndurchmessers d_w. Die praktische Auswertung des Integrals begegnet noch einigen Hindernissen. Da wir die Gewichtsanteilslinie aus einzelnen geraden Linienstücken zusammensetzen, ist innerhalb eines solchen Intervals $\Delta g=\zeta\,(d)$ eine lineare Funktion. Der zweite Teil des Integrals in Gl. 13g) zeigt, daß für die untere Grenze $d=0$, das Integral ∞ groß wird, falls g eine lineare Funktion von d ist. Das kann in Wirklichkeit nicht zutreffen und wir sind genötigt, für die Gruppe kleinster Körner ein Verteilungsgesetz zu entwickeln, das den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit gehorcht und so beschaffen ist, daß $\int\frac{g}{d^2}\cdot d\,(d)$ einen endlichen Wert hat. Dies könnte etwa in folgender Art geschehen:

Ist i_n der Inhalt eines kugelförmig gedachten Bodenkornes, so gilt nach früherem

$$\sum_1^n i_n = n\cdot\pi\frac{d_w^3}{6}\quad\text{oder}$$

die Anzahl der Bodenkörner $n=\frac{6\sum_1^n i_n}{\pi\,d_w^3}$

Betrachten wir einen anderen Zustand der Einzelkörner bei gleichem Gesamtinhalt und unveränderter Körnerzahl, so läßt sich dies ausdrücken, daß die Variation

$$\delta n=0=6\sum_1^n\frac{\delta\,i_n}{\pi\,d_w^3}\text{ sein muß.}\quad\ldots\quad(14)$$

Bezeichnen wir mit W_n (i) die Wahrscheinlichkeit, daß ein Teilchen den Inhalt i_n habe, so ist die zusammengesetzte Wahrscheinlichkeit, daß ein Teilchen den Inhalt i_1, ein zweites den Inhalt i_2 usw. habe,

$$W_z=W_1\,W_2\cdot W_3\cdot\ldots\cdot W_n$$

Wir variieren nach i und setzen die Variation gleich Null. So erhalten wir

$$(W_2\cdot W_3\cdot\ldots\cdot W_n)\frac{\partial W_1}{\partial i_1}\cdot\delta\,i_1+(W_1\cdot W_3\ldots W_n)\cdot\frac{\partial W_2}{\partial i_2}\delta\,i_2+\ldots\ldots=\sum_1^n\frac{W_z}{W_n}\cdot\frac{\partial W_n}{\partial i_n}\cdot\delta\,i_n=0$$

$$\text{oder}\quad\sum_1^n\frac{1}{W_n}\cdot\frac{\partial W_n}{\partial i_n}\delta\,i_n=0\quad\ldots\ldots\quad(15)$$

hierzu addieren wir die Bedingungsgleichung (14) und erhalten

$$\sum_1^n\left(\frac{1}{W_n}\cdot\frac{\partial W_n}{\partial i_n}+\frac{6}{\pi\,d_w^3}\right)\delta\,i_n=0\ldots\quad(16)$$

Da jeder Summand unabhängig ist, gilt allgemein die Funktionalgleichung

$$\frac{1}{W}\cdot\frac{\partial W}{\partial i}+\frac{6}{\pi\,d_w^3}=0$$

$$\text{oder}\quad W=A\cdot e^{-\frac{6\,i}{\pi\,d_w^3}}\quad\text{wo A eine Konstante ist.}$$

Die Wahrscheinlichkeit, daß der Inhalt eines Teilchens zwischen i und i+di fällt, ist dann

$$W=A_1\cdot e^{-\frac{6\,i}{\pi\,d_w^3}}\cdot d\,i=A_1\cdot\frac{\pi}{2}\cdot d^2\cdot e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}\cdot d\,(d)\quad(17)$$

Die neue Konstante A_1 kann man aus der Bedingung ermitteln, daß die Summe aller möglichen Wahrscheinlichkeiten (die Gewißheit) gleich 1 ist.

Also ist

$$\frac{A_1\,\pi}{2}\cdot\int_0^\infty d^2\cdot e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}\cdot d\,(d)=\frac{A_1\cdot\pi\cdot d_w^3}{6}\cdot\int_0^\infty e^{-\left(\frac{d}{d_w}\right)^3}\cdot d\left(\frac{d}{d_w}\right)^3=-\frac{A_1\,\pi\,d_w^3}{6}\Big|e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}\Big|_0^\infty=1$$

$$\text{oder}\quad\frac{A_1\cdot\pi\,d_w^3}{6}=1\qquad\text{also}\quad A_1=\frac{6}{\pi\,d_w^3}$$

Die Konstante ist also gleich dem reziproken Werte des Inhaltes einer Kugel vom wirksamen Korndurchmesser.

Es lautet dann Gleichung 17

$$W=\frac{3\,d^2}{d_w^3}\cdot e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}\cdot d\,(d)\quad\ldots\ldots\quad(17a)$$

Die Gleichung der unsymetrischen Variationskurve, die wir für das Intervall $0-d_1$ setzen können, lautet dann

$$y=\frac{3\,d^2}{d_w^3}\cdot e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}$$

$$\text{da dann}\quad g=\int_0^d\frac{3\,d^2}{d_w^3}\cdot e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}\cdot d\,(d)=1-e^{-\frac{d^3}{d_w^3}}=\frac{d^3}{d_w^3}-\frac{1}{2!}\frac{d^6}{d_w^6}+\frac{1}{3!}\frac{d^9}{d_w^9}-\ldots\ldots$$

$$\text{so ist}\int_0^{d_1}\frac{g}{d^2}\cdot d\,(d)=\frac{d_1^2}{2\,d_w^3}-\frac{1}{2!\,5}\cdot\frac{d_1^5}{d_w^6}+\frac{1}{3!\,8}\cdot\frac{d_1^8}{d_w^9}-\ldots$$

Wird d_1 genügend klein gewählt, so genügt die Beibehaltung des ersten Gliedes, so daß Gleichung 13g) übergeht in

$$\frac{1}{d_w}=\sum_2^n\frac{\Delta\,g_n}{d'_n}+\frac{\Delta\,g_1}{d_1}+\frac{d_1^2}{2\,d_w^3}$$

Ist Δg, der Gewichtsanteil der kleinsten Körner $0-d_1$ so ist angenähert

$$\frac{d_1^2}{d_w^3}\sim\frac{\Delta\,g_1}{2\,d_1}$$

(W. 689.) (Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Lahnkanalisierung.

Der bekannte Vorkämpfer des Lahnkanals, Direktor Bansa, hielt vor der Handelskammer Limburg einen Vortrag, dem wir folgendes entnehmen.

Nach sehr vorsichtigen Schätzungen des Verkehrs wie der Schiffahrtsselbstkosten ist bei der Durchführung der Lahnkanalisierung mit einer Frachtersparnis gegenüber der Bahnfracht zu rechnen, die sich nach Abzug aller Abgaben und Beiträge auf 1,3 Millionen RM. beläuft, also bei einem erwarteten Verkehr von 600 000 t durchschnittlich über 2 RM. für die Tonne: d. h. jeder Zentner Kohle wird 10 Pfg. billiger. Diesem ungeheuren Vorteile gegenüber soll die beteiligte Industrie nach einem vom letzten Kommunallandtag beschlossenen Bezirksstatut eine minimale Garantie übernehmen, die wahrscheinlich kaum angefordert und, wenn doch, später zurückbezahlt wird, nämlich: Das Baukapital für die Strecke von der Lahnmündung bis Steeden beträgt dank den zehn Schleusen, die schon vorhanden sind, im ganzen nur 4,2 Millionen RM. Nachdem heute schon der größte Teil der neuen Arbeiten vergeben ist, kann damit gerechnet werden, daß keine Kostenüberschreitung eintritt. Von den 4,2 Millionen geht ein Anteil verlorener Zuschuß mit 0,6 Millionen RM. ab; es verbleibt also ein Nettokapital von 3,6 Millionen RM. Nach den bisherigen Annahmen, die bei den heutigen inzwischen gesunkenen Zinssätzen zu ungünstig sind, werden Verzinsung und Tilgung dieses Kapitals jährlich 330 000 RM. erfordern, eine Summe, die ohne weiteres aus dem geschätzten Verkehr von rund 600 000 t durch eine tragbare Abgabe von 55 Pfg. die Tonne erbracht werden kann. Diese Abgabe ist bei den oben erwähnten 1,3 Millionen Mark Nutzen schon abgezogen.

Die Kapitalbeschaffung für den Bau besorgt der Kommunalverband Wiesbaden allein. Nur soweit nach Eröffnung des Betriebes die Summe der Schiffahrtsabgaben unter jährlich 330 000 RM. bleibt, sollen Bezirksverband, kleinere Kommunalverbände und Industrie je ein Drittel des Fehlbetrages leihweise bis zu besseren Einnahmen vorschießen. Wenn also keine einzige Tonne verfrachtet würde, würde die Gesamtbelastung der Industrie durch diese Bezirksabgabe insgesamt 110 000 RM. im Jahre ausmachen, und diese Abgabe würde sich wiederum auf 68 km Wasserweg und eine Breite links und rechts von je 10 km verteilen. In Ziffern ausgedrückt, würden diese 110 000 RM. auf den Eisenbahnverkehr von rund 1 100 000 t ausgeschlagen rund 10 Pfg. pro Tonne ausmachen, oder ½ Pfg. für den Zentner. Selbstverständlich tritt auch die Belastung nur für die Betriebe ein, die innerhalb des Bereiches der Kanalisierung liegen, also, bis zum weiteren Ausbau, nicht für die Weilburger Gegend, und bei Buderus, beispielsweise, einstweilen nur für deren Karlshütte bei Staffel. Alle so geleisteten Vorschüsse werden außerdem, wie schon bemerkt, bei besseren Einnahmen mit Zinsen zurückgezahlt. Mit einer besseren Entwicklung ist unbedingt zu rechnen, weil die Anfangsschätzung von zusammen 597 000 t sehr niedrig gegriffen ist, und ferner der Anreiz, die Frachten auf das Wasser zu geben, noch größer sein wird, als in den Schätzungen der Schiffahrtsselbstkosten angenommen; denn dort ist nicht mit einem Anhängeschiff gerechnet, durch welches die Selbstkosten erheblich heruntergedrückt werden, und das nach neuesten Sachverständigengutachten ohne Bedenken auch ohne Streckung der jetzigen Lahnkrümmungen, also selbst bei einem Radius von 100 m angehängt werden kann. Dies außerordentlich günstige Ergebnis ist nun gerade der Wahl des kleinen Schiffstyps zu verdanken; denn dadurch konnten erstens die alten Schleusen mitbenutzt werden, statt daß unter unerschwinglichen Kosten neue hätten gebaut werden müssen, und zweitens paßt sich die ganze Wasserstraße der Natur des kleinen Flusses und des felsigen vielgekrümmten Tales an. Der Reichsverkehrsminister, der doch schließlich die maßgebendste Instanz ist, hat dies in einem Erlaß vom 26. 2. 26 wie folgt anerkannt: „.... Im Gegensatz zu der üblichen Auffassung, daß im Konkurrenzkampfe mit der Eisenbahn ein wirtschaftlicher Betrieb auf den Wasserstraßen nur mit größeren Schiffsgefäßen durchzuführen sei, bin auch ich im vorliegenden Fall der Meinung, daß unter den gegebenen äußerst günstigen Verkehrsbeziehungen und der für die Lahnwasserstraße nur in geringem Umfange erforderlichen Belastung der Schiffahrt mit Abgaben ein Schiffahrtsbetrieb mit 190-t-Schiffen wirtschaftlich tragbar und zweckmäßig erscheint."

Die Frage, ob große oder kleine Schiffe wirtschaftlicher seien, hat — ohne jede Beziehung auf die Lahn — Momber in einer Schrift „Wirtschaftliche Untersuchungen über Kanalabmessungen und Schiffsgrößen" behandelt; er kommt zu dem zusammenfassenden Ergebnis: Die Berechnungen zeigen, daß die kleineren Fahrzeuge bei kleinen Entfernungen und wenig leistungsfähigen Umschlageinrichtungen den großen, z. T. erheblich überlegen sind und nicht nur auf Kanälen kleiner Abmessungen, sondern auch bei solchen für 1000-t-Schiffe und größere... Wenn die vollen Jahreskosten, die für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, für Verwaltung, Betrieb und Unterhaltung eines Kanals aufzuwenden sind, durch Schiffahrtsabgaben gedeckt werden sollen, dann müssen bei gleicher Verkehrsgröße für Kanäle größerer Abmessungen höhere Abgaben erhoben werden, um die größeren Anlagekosten zu verzinsen und zu tilgen. Wenn diese Erhöhung der Abgaben die Verringerung der Frachtkosten infolge Verwendung größerer Fahrzeuge überwiegt, dann ist die Vergrößerung der Kanalabmessungen nicht wirtschaftlich... Bei einer wesentlichen Steigerung des Verkehrs über den rechnungsmäßigen Anfangsverkehr hinaus wird es möglich sein, die Schiffahrtsabgaben für sämtliche Fahrzeuge erheblich herabzusetzen. Bei dem großen Anteil, den die Schiffahrtsabgaben an den gesamten Frachtkosten haben, wird eine Herabsetzung um beispielsweise 20% der Schiffahrt mehr Nutzen bringen, als eine Vergrößerung der Kanal- und Schleusenabmessungen.

Eine Herabsetzung der Abgaben bedeutet aber eine Verminderung der Schiffahrtskosten für sämtliche Fahrzeuge, große und kleine, und für alle Verkehrsbeziehungen, während eine größere Kanalabmessung nur eine Frachtersparnis für die größten Fahrzeuge bei großen Entfernungen und großen Umschlageeinrichtungen verursacht.

Als ziffernmäßiges Beispiel sei erwähnt, daß nach Mombers Berechnungen bei 300 km Entfernung und 200 t Tagesladeleistung die Selbstkosten bei 250-t-Schiffen 1,22 Pfg.-t-km und bei 1000-t-Schiffen 1,14 Pfg.-t-km ausmachen. Der Unterschied von 0,08 Pfg.-t-km ist gegenüber der Kanalabgabe, die Momber mit 0,6 Pfg.-t-km annimmt, die aber heute bei den teuren Baukosten mehr beträgt, verschwindend klein. Die Kanalabgabe aber, die dergestalt den Ausschlag für die gesamten Kosten gibt, kann nur dann klein gehalten werden, wenn man das Baukapital niedrig hält, also das Vorhandene ausnutzt und sich nach der Natur des Flusses richtet. Eine Vergewaltigung der Lahn für 300-, 400-, 600- oder 1000-t-Schiffe würde solche Baukosten verursachen, daß einschließlich deren Verzinsung und Tilgung die Schiffahrt erheblich mehr kosten würde als die Eisenbahnfrachten. Die Wahl eines kleinen Schiffes, das für den Flußcharakter und die vorhandenen Anlagen paßt, war also das richtige. (W. 921.)

Digitized by Google

Eine neue Turbine.

Ing. A. Gratzl, Assistent an der Technischen Hochschule in Wien.

Im hydromechanischen Laboratorium der Wiener Technischen Hochschule wurde im Verlaufe des vergangenen Studienjahres eine neue Turbine den üblichen Untersuchungen unterworfen. Dr. Manfred Reiffenstein, ihr Erfinder, hat sie im Hinblick auf die eigentümliche Wasserbewegung in ihrem Gehäuse „Wirbelstrahlturbine" genannt. Ein ausführlicher Aufsatz über diese Neuerung im Turbinenbau ist in der „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereines", Heft 43/44 1926 von mir erschienen. Ueber Aufforderung der Schriftleitung werde auch hier kurz darüber berichtet.

Die neue Turbine ist eine Freistrahlturbine, welche bestimmt zu sein scheint, durch ihre hohe Schluckfähigkeit die Lücke auszufüllen, welche zwischen Peltonrad und Francisturbine in ihrem Anwendungsbereich bisher bestand. In der ersten Abbildung sei ihr Prinzip kurz vorgeführt. Das Wasser strömt durch eine Leitung L einem Spiralgehäuse zu, dessen eine Seite eine kreisförmige Oeffnung hat. Durch die so eingeleitete kreisende Bewegung tritt es axialsymmetrisch auf einer Hyperboloidfläche aus dieser Oeffnung aus, wobei es stark umfangsgerichtet ist. Bei richtiger Formgebung der Gehäusespirale hat dieser Strahl einen gleichmäßig kreisringförmigen

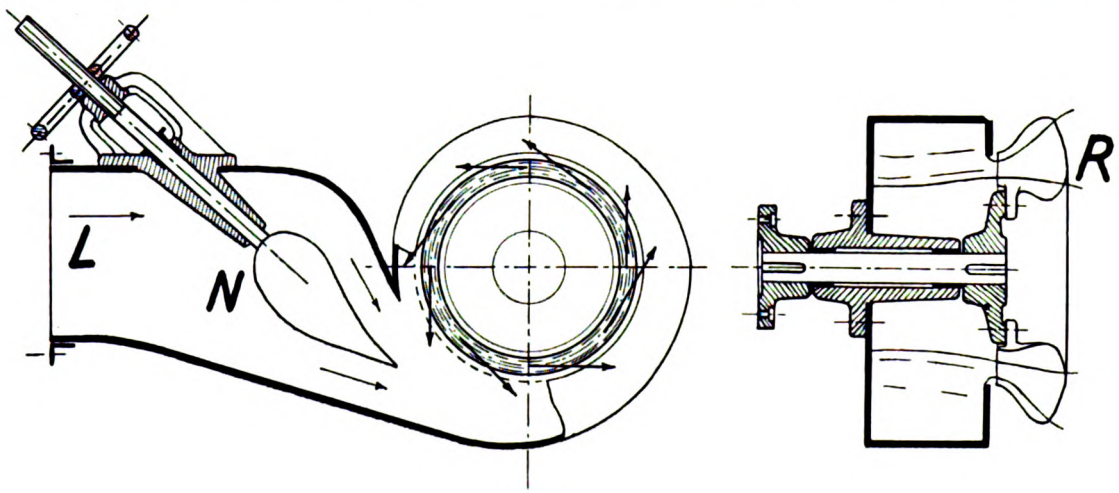


Abb. 1. Schema.

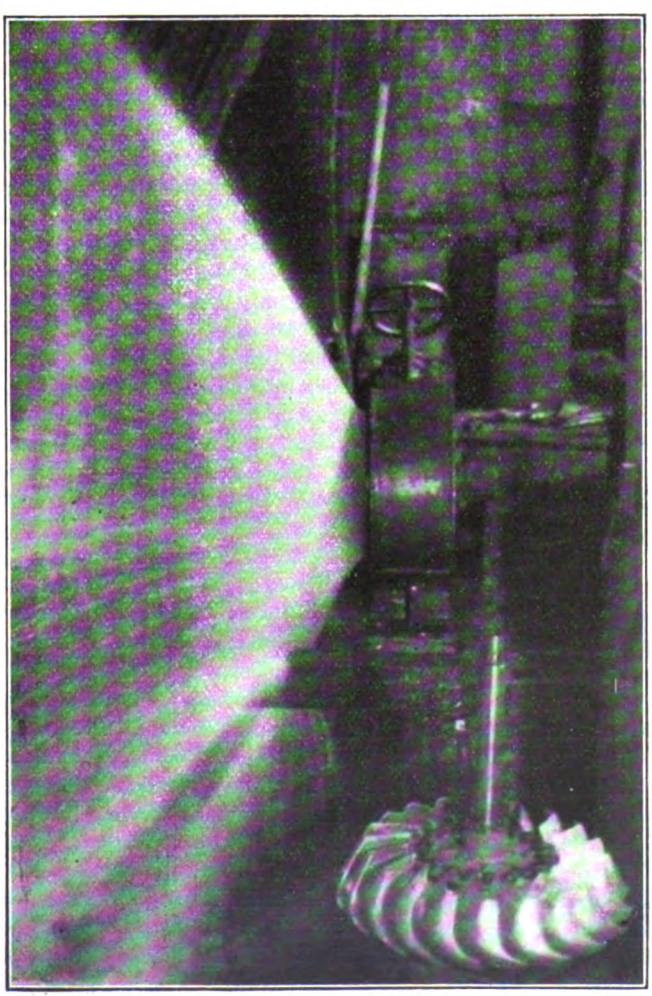


Abb. 3. Strahlaustritt aus dem Gehäuse, ohne Laufrad (dieses rechts vorne, Eintrittsseite oben).

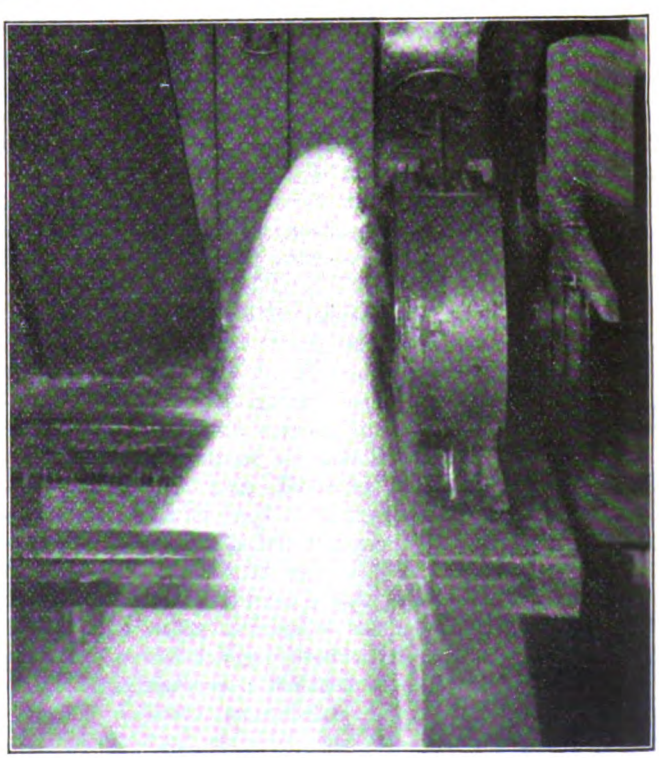


Abb. 4. Strahlaustritt mit Laufrad (vgl. Abb. 3).

Digitized by Google

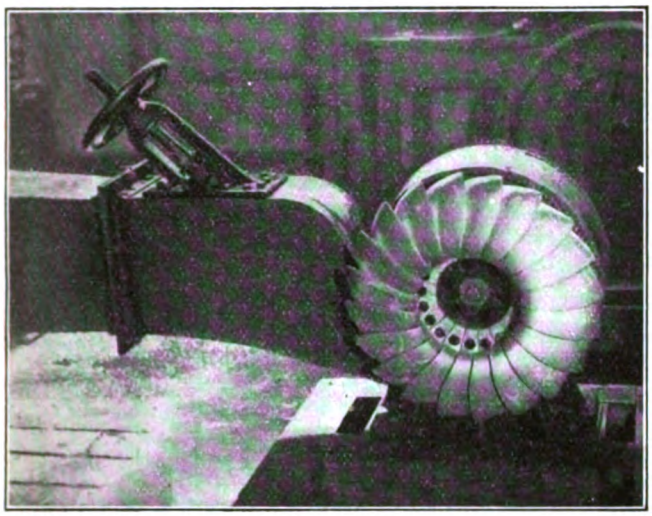


Abb. 2. Ansicht der Versuchsturbine von der Laufradseite.

Querschnitt. Ein vor der Gehäuseöffnung angebrachtes Laufrad R verarbeitet das austretende Wasser. Das neue und wichtige daran ist, daß die Zuführung des Wassers ohne einen besonderen, etwa aus Schaufeln bestehenden Leitapparat erfolgt und daß diese Zuführung dennoch den theoretischen Anforderungen genügt. Die Wassermenge wird durch eine flache Nadel N geregelt, ohne daß Drosselung eintritt. Es ist wahrscheinlich, daß im Laufe der weiteren Entwicklung zur Rundnadel übergegangen werden wird, obwohl die Flachnadel hier aus Gründen der Druckverteilung und der Strömungsrichtung in ihrer Umgebung weit geringere Gefahren in sich birgt, als die Zungenregulierung der alten Freistrahlräder.

Die untersuchte Turbine war für N = 2,1 PS, H = 2,5 m bei einer Drehzahl n = 180 gebaut. Die spezifische Drehzahl war bei voller Beaufschlagung $n_s = 83$. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß eine solche Turbine für den Bereich $n_s = 35$ bis $n_s = 100$ verwendet werden kann, womit sie sich also schön zwischen das heutige Freistrahlrad und die Francisturbine einfügen würde. Die Versuche ergaben einen maximalen Wirkungsgrad von 79,5%, während die Leitvorrichtung an sich 98% aufwies, eine hohe Ziffer, welche der einfachen Wasserführung zugeschrieben werden mag. Die Spannung zwischen diesen beiden Zahlen kann zum guten Teil dem noch unvollkommenen Laufrad zugeschrieben werden. Die Wirkungsgradkurve verläuft flach über den Beaufschlagungsbereich, ähnlich wie bei der heutigen Freistrahlturbine oder der Kaplanturbine. Dadurch wäre sie zusammen mit ihrer hohen Schluckfähigkeit für manche Betriebe der Spiralturbine überlegen, da sie sich auch insbesondere durch ihre einfachere Form wohlfeiler stellen müßte als diese. Dem Peltonrad hätte sie voraus, daß sie kleinere Gefälle verarbeiten kann, was ihr die größere Einheitswassermenge gestattet. Dadurch wäre sie befähigt, bei Kleinkraftanlagen eine Rolle zu spielen.

Da die Strömung, welche um die Achse herum einen freien Raum läßt, keine scharfen Krümmungen aufweist, war es vorauszusehen, daß sie recht gut den exakten hydrodynamischen Gesetzen zu unterwerfen sei. Es ist mir auch gelungen, eine Theorie zu entwerfen, welche den Tatsachen entsprechende Resultate ergibt. Sie gestattet, sämtliche Abmessungen des Gehäuses vorauszuberechnen, wie Gehäusehöhe, Austrittskreis, Form des austretenden Strahles, Schaufeleintrittswinkel und den kleinsten Radius, den die Strömung um die Achse beschreibt. Auch die Form des Gehäuseumfanges ließ sich bestimmen. Bezüglich dieser Theorie, sowie der eingehenden Besprechung der vorgenommenen Versuche und der wirtschaftlichen Aussichten der neuen Turbine sei auf den obengenannten Aufsatz hingewiesen. (W. 898.)

Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen.

Von Oberbaurat R. Jacobi, Schäßburg, Siebenbürgen (Rumänien).

Die vorliegende Untersuchung erstreckt sich auf drucklose, eisenarmierte Betonrohr-Hangkanäle von kreisförmigem Querschnitt. Sie wurde angeregt durch die Untersuchung zahlreicher Wasserläufe des siebenbürgischen Mittelgebirges, wo sich bei günstigen Geländeverhältnissen Leitungen dieser Art zur Ausführung empfehlen.

Bild 1 erläutert die allgemeine Situation einer derartigen Leitung, die, wie ersichtlich, bei der gegebenen günstigen Gestaltung des Geländes keinen einzigen Graben zu kreuzen hat. Es beträgt die Rohrlänge L = 3000 m, das Wildbachgefälle $I_2 = 0{,}015$, das Rohrleitungsgefälle $I_1 = 0{,}004$, daher das Bruttogefälle $H = s + 3000\,[0{,}015 - 0{,}004] = s + 33{,}0$ m, wobei s die Stauhöhe des Wehres bedeutet.

Bei den nachstehenden Untersuchungen waren jeweils gegeben:

I_2 = Wildbachgefälle,

Q = maximale Wassermenge, die dem Bach entnommen werden konnte,

H = Bruttogefälle. Die Turbinenleistung $\frac{Q \cdot H \cdot \eta \cdot 1000}{75}$ ist also als bekannt vorauszusetzen. Zu suchen L = Kanallänge und I_1 = Kanalgefälle, wobei die Bedingung erfüllt sein soll, daß das Produkt aus Ringquerschnitt f_r und Rohrlänge L ein Minimum werde.

Wie aus Bild 3 ersichtlich, ist für konstantes Q und I_2 das Stationsgefälle H für kleinere Rohrlänge L' bei geringerem Kanalgefälle I_1' und daher größerem Rohrquerschnitt ebenso zu erreichen, wie bei größerer Kanallänge L'', größerem I_1'' und entsprechend geringerem Rohrquerschnitt.

Der Wehrstau „s" soll hierbei als für die folgenden Untersuchungen unwesentlich aus denselben ausscheiden. Zur Vereinfachung der nachstehenden Formeln ist die Anwendung von Näherungsdaten unvermeidlich.

Bekanntlich ergibt sich Q_{max} für $\beta = 52°$. Es ist dann

$$h_1 = 0{,}4494 \cdot D \quad \text{und} \quad h_2 = 0{,}9494 \cdot D \sim 0{,}95 \cdot D$$

$$F = D^2 \left[\pi - \frac{1}{8}\left(\frac{\pi}{180} \cdot \beta - \sin\beta\right)\right] = 0{,}770455 \cdot D^2$$

$$p = D \cdot \pi \cdot \frac{360 - \beta}{360} = 2{,}6877 \cdot D$$

$$\varrho = \frac{F}{p} = 0{,}2866 \cdot D$$

$$F \cdot \sqrt{\varrho} = 0{,}412589 \cdot D^{\frac{5}{2}}; \quad Q = v \cdot F; \quad v = c \cdot \sqrt{\varrho I_1}$$

Für glattverputzte Betonrohrwandungen kann c bei der hier angestrebten Genauigkeit konstant zu 80 angenommen werden.

Digitized by Google

Bild 7.

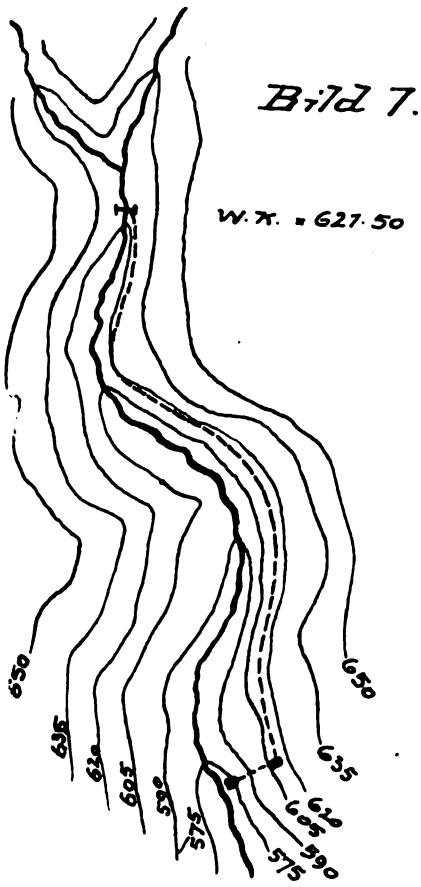
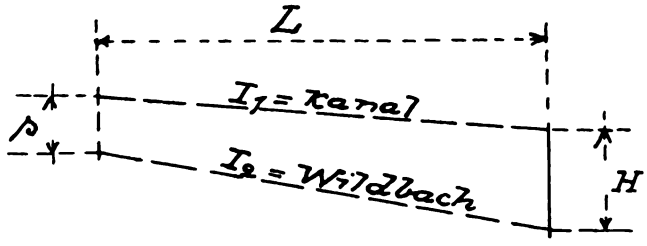


Bild 2.



$$v = c\sqrt{\varrho \cdot I_2} \quad \ldots\ldots 42{,}84 \cdot \sqrt{D \cdot I_1} \quad \ldots\ldots (2)$$

Aus $I_1 = \frac{L \cdot I_2 - H}{L}$ und $Q = 33 \cdot \sqrt{I_1} \cdot D^{\frac{5}{2}}$ folgt

$$Q = 33 \cdot D^{\frac{5}{2}} \cdot \left(\frac{L \cdot I_2 - H}{L}\right)^{\frac{1}{2}} \text{ oder } D = \left[\frac{Q}{33 \cdot I_1^{\frac{1}{2}}}\right]^{\frac{2}{5}} \quad (3)$$

Zur Berechnung der Rohrwandungsstärke d kann genügend genau gesetzt werden: $M = \frac{p \cdot D^2}{16}$,

$d = a \cdot D$, wobei $a = 0{,}00001 \cdot p + 0{,}03$ ist,*) wenn p = Rohrgewicht + Druck der Füllmasse + Verkehrslast pro m² bedeutet. Die Eiseneinlage f_e bestimmt sich dann mit annähernder Genauigkeit zu $f_e = 0{,}5 \cdot d + 0{,}5$ in cm² und $e \simeq 0{,}08 \cdot d > 0{,}6$ cm. (Schluß folgt) (W.791.)

*) Entsprechend ist für $M = \frac{p \cdot D^2}{12}$ . . . . $a = 0{,}0\,00\,5 \cdot p + 0{,}05$

und für $M = \frac{p \cdot D^2}{8}$ . . . . $a = 0{,}00002 \cdot p + 0{,}03$

$$Q = v \cdot F = 80 \cdot F \sqrt{\varrho} \cdot \sqrt{I_1} = 80 \cdot \sqrt{I_1} \cdot 0{,}412539 \cdot D^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = 33{,}0071 \cdot \sqrt{I_1} \cdot D^{\frac{5}{2}} \simeq 33 \cdot \sqrt{I_1} \cdot D^{\frac{5}{2}} \quad \ldots\ldots (1)$$

und

Bild 5.

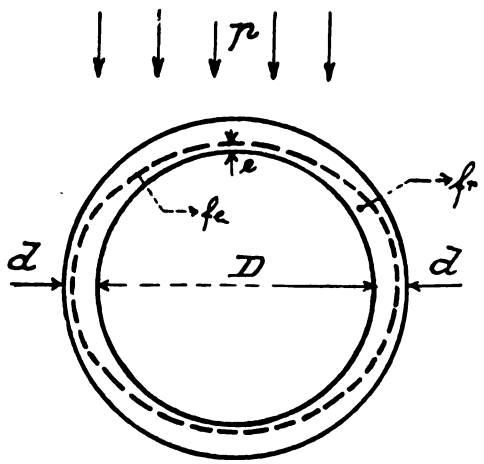


Bild 3.

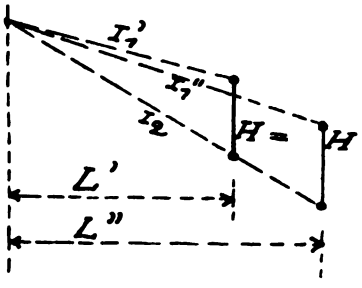
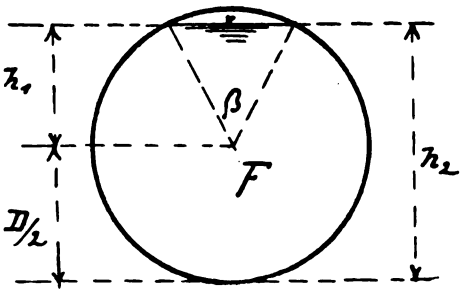


Bild 4.



Persönliches.

Geh. Hofrat Dr.-Ing. FRANZ KREUTER zum 85. Geburtstag.

Am 21. Februar 1927 beging in voller körperlicher und geistiger Frische Geheimrat Dr.-Ing. Franz Kreuter seinen 85. Geburtstag. Franz Kreuter ist in München geboren, studierte in Karlsruhe Ingenieurwissenschaften und trat 1862 in die technische Praxis. Es war gerade die Zeit, wo der Bau der großen Eisenbahnen den Ingenieuren die reichhaltigsten Aufgaben stellte; bei einem der größten dieser Projekte, bei der Brennerbahn, fand Kreuter seine erste Verwendung. Es folgen Jahre der technischen Arbeit bei verschiedenen Bahngesellschaften, Studienreisen zu den verschiedensten Bauten und in ferne Länder und dann eine Tätigkeit als Lehrer an der Brünner Staats-Gewerbeschule. Von hier aus wurde er dann nach dem Tode Frauenholz' an die Technische Hochschule München berufen. Er lehrte hier Baukonstruktionslehre, Trassieren und als Hauptgebiet Wasserbau.

Kreuter ist ein vielseitiger Ingenieur, der in seiner praktischen Tätigkeit die Probleme sah, sie aufgriff und wissenschaftlich zu verarbeiten suchte. Seine Aufsätze und lite-

Digitized by Google

rarischen Arbeiten erstrecken sich auf die verschiedensten Gebiete der Ingenieur-Wissenschaften. Aus der Zeit seiner praktischen Tätigkeit stammt sein Tacheometer, jenes Instrument, das für die damalige Zeit die Geländeaufnahme ganz wesentlich gefördert und erleichtert hat.

Gute Sprachkenntnis ermöglichte ihm, die technische Literatur anderer Völker zu verfolgen und durch Uebersetzung zum Beispiel von Rankine's Werken hat er die deutsche technische Literatur wesentlich bereichert und den Gesichtskreis der deutschen Ingenieure erweitert. Als besonders wichtig seien hier seine Arbeiten auf dem Gebiet der Staumauern und der Geschiebebewegung genannt. Seine Studie über die Berechnung der Staumauern ist in Fachkreisen eine allseits anerkannte Arbeit. Weitergehend und wichtiger sind aber seine Arbeiten über die Geschiebebewegung. Man kann wohl sagen, daß Kreuter es war, der den deutschen Ingenieuren das hier vorliegende komplizierte Problem zeigte und einen Weg zu seiner Lösung wies.

Kreuter ist aber nicht bloß Ingenieur nach der wissenschaftlichen Seite, sondern auch glänzender Konstrukteur gewesen. Bei einer Reihe großer Entwürfe hat er mitgearbeitet, hier sei nur erwähnt der seinerzeitige Münchener Brückenwettbewerb und der Walchensee-Wettbewerb. Seine Projekte zeichnen sich durch klare, gut durchgedachte Konstruktionen aus.

Eine große Anzahl von Schülern ist aus seiner Schule hervorgegangen. Was Kreuter als Lehrer so wirksam machte, das war seine stark ausgeprägte Persönlichkeit, die Freude an seinem Beruf und an seiner Tätigkeit und die Ueberzeugung, mit der er für den technischen Stand jederzeit eintrat. So wird er allen, die ihm je näher treten konnten, in Erinnerung bleiben.

Kreuter hat sich bis heute seine geistige und körperliche Frische erhalten und noch heute verfolgt er aufmerksam das Werden der Ingenieur-Wissenschaft und der Ingenieur-Technik. Unserer Zeitschrift hat er von Anfang an regstes Interesse entgegengebracht und schon verschiedentlich hat er uns wertvolle Beiträge geliefert. Möge es dem Jubilar beschieden sein, noch viele Jahre im Kreis der Seinen verbringen zu können. (W. 105.)

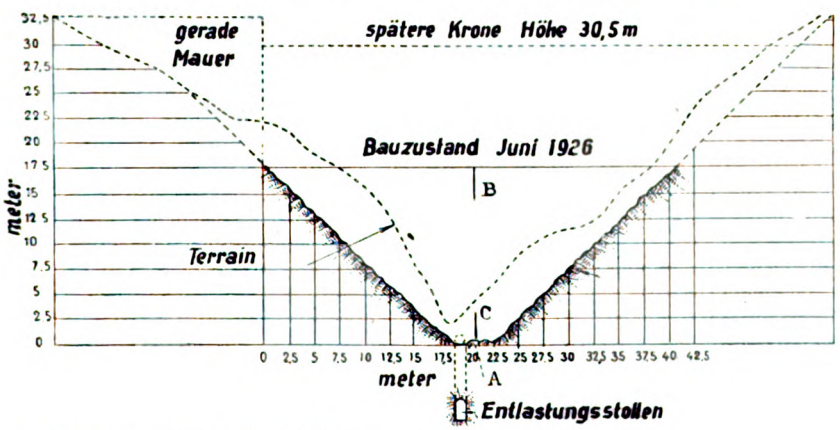
Rundschau

Wasserbau

Einiges von der Versuchs-Bogenstaumauer am Stevenson Creek (Kalifornien).

Die genannte Versuchsmauer, über die wir Einleitendes in Heft 2 dieser Zeitschrift, 1926, Seite 16, berichteten, wurde im Juni 1926 fertiggestellt; einen Monat später wurden die Versuche, von denen nunmehr die ersten Ergebnisse vorliegen, aufgenommen. Die Mauer hat gegenwärtig eine Höhe von 18 m, die Erhöhung auf 30 m ist erst nach weiteren Versuchen vorgesehen. Die Mauerstärke beträgt am Fuße 2,30 m, nimmt bis zur Höhe von 9 m auf 0,60 m ab, welche Stärke gleichmäßig bis zur Krone weitergeht und auch bei der späteren Erhöhung beibehalten werden soll. Die Mauer enthält keine Eiseneinlagen, auch wurden besondere Vorkehrungen zur Erhöhung der Dichtigkeit des Betons nicht getroffen. Während der Herstellung und nach Fertigstellung wurde die Mauer durch eine Berieselungsanlage dauernd feucht gehalten mit Ausnahme der Zeiten der Messungsausführungen und einer Woche, während deren der Einfluß des Trocknens der Mauer beobachtet wurde.

Ueber die Versuche kurz Folgendes[1]). Die Spannungs- und Formänderungsmessungen, für die besondere Methoden ausgearbeitet wurden, wurden zum größten Teil von dicht unterhalb



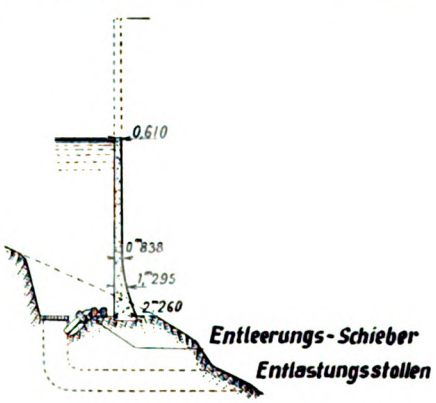


Abb. 3. Querschnitt der Staumauer.

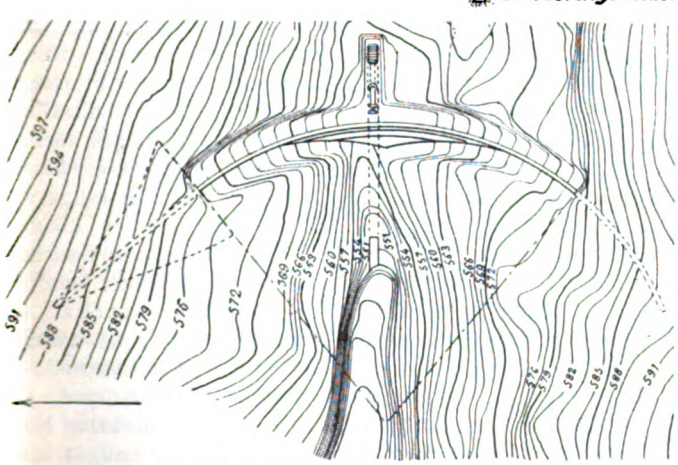


Abb. 1 und 2. Aufriß und Grundriß der Staumauer (nach „La technique moderne", 1927, H. 3).

der Mauer freistehend errichteten Holztürmen ausgeführt. Sie lieferten durchgehend befriedigende Ergebnisse und gaben gute gegenseitige Kontrollen. Die mit elektrischen Widerstandsinstrumenten ausgeführten Messungen wurden im allgemeinen mit ± 0,013 mm Genauigkeit durchgeführt. Bei voller Füllung wurde eine gegenseitige Verschiebung der seitlichen Widerlager um rund 0,75 mm, am Mauerfuß eine allmähliche, talabwärts gerichtete Bewegung des Gründungsfelsens um 0,03 mm festgestellt. Bei 9 m Wasserfüllung öffnete sich am luftseitigen Mauerfuß etwa in Mauermitte zwischen Fels und Mauer ein horizontaler Riß, der sich allmählich auf 1,01 mm erweiterte. Rißbildungen im Mauerkörper selbst begannen von 15 m Füllung an und zwar entstand zunächst in Mauermitte ein durch die ganze Mauerbreite hindurchgehender senkrechter Riß, der von

[1]) Engineering News-Record, vol. 97, Nr. 21 v. 18. 11. 26.

Digitized by Google

der Mauerkrone bis 1 m, später 3 m nach unten reichte. Diesem folgte bei voller Füllung ein ähnlicher senkrechter Riß in Mauermitte von der Sohle bis 3 m, später 4 m Höhe reichend. In beiden Fällen wurde das Auftreten der Risse durch sprunghafte Aenderungen in den Spannungsmessern angezeigt. Die gemessenen Spannungen betrugen kurz vor der Rißbildung beim oberen Riß 21, beim unteren Riß 40 kg/cm².

Sickerungen durch den Mauerkörper und um diesen herum waren außerordentlich gering. Nasse Flecken bildeten sich an den luftseitigen Enden der in die Mauer für Schalungszwecke einbetonierten Bolzen. Von 15 m Füllung ab bildete sich ein nasser Fleck an einer Arbeitsfuge 5 m über Gründungssohle und bei voller Füllung einige weitere kleine Flecken ebenfalls an Arbeitsfugen im oberen Mauerteil.

Die größte Durchbiegung der Mauer wurde bei voller Füllung in Mauermitte zu 8,9 mm an der Krone und zu 9,5 mm in halber Mauerhöhe gemessen. Nach Durchführung von 13 vollständigen Versuchsreihen wurde das Becken im November 1926 entleert. Während dieser Zeit wurde die Mauer durch beiderseitige Berieselung naß gehalten. Eine unerwartete Probe bestand die Mauer am 28. November 1926, an welchem Tage sich das sehr kleine Becken durch heftige Regengüsse infolge einer Verstopfung des unter dem Mauerfuß hindurchführenden Grundablasses in kurzer Zeit bis zum Ueberlaufen füllte. Eine folgende Ueberströmung der Mauerkrone um 1 m auf der ganzen Länge überstand die Mauer, ohne Schaden zu nehmen. Beim Rückgang der Ueberströmung auf 10 cm versuchte man die Schwingungen der überströmten Mauer zu messen, ohne daß mit den verfügbaren Mitteln etwas Positives festgestellt werden konnte. Da das überströmende Hochwasser einen großen Teil der Versuchseinrichtungen und der Beobachtungstürme zerstört hat, werden die für Januar 1927 angesetzten weiteren Versuche eine Verzögerung erfahren. (W. 939.) Ge.

Energiewirtschaft.

Die Aluminium-Erzeugung 1926.

Die Welterzeugung wird von Anderson, Cincinnati, auf 210 000 t berechnet und setzt sich zusammen:

Amerika:	Ver. Staaten	89 300 t	
	Kanada	17 900 t	107 200 t
Europa:	Deutschland	29 500 t	
	Norwegen	21 500 t	
	Frankreich	20 500 t	
	Schweiz	19 600 t	
	England	7 200 t	
	Oesterreich	2 700 t	
	Italien	1 800 t	102 800 t
Welterzeugung			210 000 t

Die norwegischen Aluminiumwerke gehören größtenteils dem amerikanischen Mellon-Trust an, so daß sich das Produktionsverhältnis des amerikanischen zum europäischen Kapital etwa wie 128 700 t zu 81 300 t verhält.

Trotzdem hat Europa nach Amerika noch etwa 29 000 t Aluminium nach Amerika ausgeführt, woran Deutschland mit ¼ seiner Produktion beteiligt war. - - Der Bau der amerikanischen Anlage am Arrida der Aluminium-Co. of Canada mit einer zukünftigen Produktionsmöglichkeit von 180 000 t (aus 800 000 PS Wasserkraft) wird das Verhältnis wesentlich verschieben.

Die Aluminiumerzeugung wird fast durchwegs aus Wasserkraftarbeit betrieben, da billige Energie dazu Grundbedingung ist.[1]) Nur Deutschland erzeugt heute noch aus den in der Eile und unter dem Zwang der Kriegswirtschaft auf die Braunkohle gesetzten Werken Bitterfeld, Erftwerk und Lauta etwa 17 000 t gegenüber etwa 12 000 t aus Wasserkraft;[2]) die weitere Verschiebung gegen die Wasserkraft zu erscheint als volkswirtschaftliche Notwendigkeit zur Schonung der Braunkohlenvorräte für jene Zwecke, für welche eine Ersetzbarkeit durch Wasserkraft weniger in Frage kommen kann. Im Lautawerk kommt gegenwärtig ein neues Verfahren zur elektrothermischen Gewinnung von reinem Aluminiumoxyd nach Haglund in Betrieb, das eine Ersparnis von etwa 100 M/t bieten soll. Das Lautawerk ist mit etwa 11% an der Welterzeugung dieses Vorproduktes zur Aluminium-Erzeugung beteiligt. Das neue Verfahren soll auch in anderen Ländern Eingang finden.

Für das Rohmaterial (Bauxit) werden die Lager in Frankreich mit 400 000 t, in den Vereinigten Staaten mit 350 000 t, in Britisch Guayana mit 180 000 t und in Jugoslavien mit 150 000 t angegeben. Zur Auswertung letzterer, die deutsche Aluminium-Industrie völlig sichernder Lager ist die Bauxit-A.-G. in Zürich unter großer Beteiligung der Vereinigten Aluminium-Werke A.-G. (Lautawerk) gegründet worden. — Unabhängig davon haben sich die europäischen Aluminiumerzeuger zu einem Syndikat mit dem Sitz in Neuhausen zusammengeschlossen; ihm gehören die Vereinigten Aluminiumwerke, das Werk Bitterfeld (I. G. Farbenindustrie und Metallbank), die Aluminium-Industrie A.-G. in Neuhausen, die Aluminium Française und die British Aluminium Co. an. Die italienische geringe Aluminium-Produktion steht unter französischer Kontrolle und gehört dadurch mittelbar dem Syndikat an.

Bemerkenswert ist noch, daß die deutschen und schweizerischen Werke den Aluminiumpreis um 13 £/t auf 105 £/t herabsetzten und den amerikanischen Preis damit um 20 £/t unterschreiten. (Unter Benutzung von: Aluminium, 1927, H. 1 bis 3, Technik und Industrie, 1926, H. 23/24.) (W. 960.)

Wasserkraftanlagen.

Hydro-elektrische Speicheranlage für die Stadt Dresden. Die Bestrebungen, für die Verschiebung elektrischer Energiemengen von den Zeiten geringen Bedarfes auf die Zeiten der größten Spitzenbelastungen die hydraulische Speicherung nutzbar zu machen, haben im Freistaat Sachsen ein großzügiges Projekt entstehen lassen, dessen Verwirklichung in nächster Zeit zu erwarten ist. Die seit längerer Zeit angestellten Untersuchungen, ob die Eingliederung einer derartigen hydro-elektrischen Speicheranlage in die im wesentlichen auf die Braunkohlengroßkraftwerke Hirschfelde bei Zittau und Böhlen bei Leipzig abgestellte Staatliche Landesenergieversorgung (Aktiengesellschaft Sächsische Werke) wirtschaftlich gerechtfertigt ist, haben zu einem günstigen Ergebnis geführt. Maßgebend war bei diesen Untersuchungen nicht nur die Möglichkeit des Belastungsausgleichs in den Dampfkraftwerken (wesentliche Steigerung der Werknutzbarkeit), sondern auch der Umstand, daß eine hydro-elektrische Speicheranlage infolge ihrer sofortigen Betriebsbereitschaft eine wertvolle Momentanreserve bei Unterbrechung der Energiezufuhr infolge atmosphärischer Störungen in dem ausgedehnten 100000-V-Freileitungsnetz darstellt. Diese letzte Forderung, die die Speicheranlagen nur erfüllen können, wenn sie möglichst nahe an die Hauptverbrauchsgebiete herangeschoben werden und an diese möglichst ohne Benutzung von Freileitungen mit Erdkabel angeschlossen werden können, weisen auf eine Dezentralisation des hydro-elektrischen Speicherbetriebes in Anlehnung an die Großverbrauchsgebiete hin.

Die zunächst geplante Anlage „Nieder-Wartha" (so genannt nach der Lage des Krafthauses und des unteren Speicherbeckens auf Flur Nieder-Wartha) ist im wesentlichen für das Stromversorgungsgebiet Groß-Dresden bestimmt. Die für die Anlage vorgesehene Stelle liegt in unmittelbarer Nähe der Stadt und ist gegeben einerseits durch die günstigen topo-

[1]) Vgl. Dr. Debar, Wasserkraft und Aluminium, „Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26", Seite 86.

[2]) Innwerk und die geringe Produktion von Rheinfelden (etwa 1000 t).

Digitized by Google

graphischen Verhältnisse, die die erforderliche Gefällstufe zwischen der Talsohle und den anschließenden Höhenrändern des Elbtales darbieten, anderseits durch die Möglichkeit, die Anlage an zwei an dieser Stelle sich kreuzende 100 000 V-Leitungen (Hirschfelde—Dresden-Süd—Trattendorf und Böhlen—Silberstraße—Hirschfelde) anzuschließen, womit die Anschlußmöglichkeit an den mitteldeutschen Ring gegeben ist.

Ueber die Grundzüge der vorliegenden Planung ist kurz Folgendes zu sagen. Das obere Speicherbecken wird gebildet durch Abschluß des Silbergrundes mittels eines 45 m hohen Erddammes. Dem Nutzinhalt von rund 1,9 Millionen m³ entspricht bei dem verfügbaren mittleren Nutzgefälle von rund 145 m eine Arbeitsmenge von 560 000 kWh. Ein Einlaufbauwerk vermittelt den Uebergang zu den zwei (später drei) eisernen Druckrohren von 3,0 m Durchmesser, die in etwa 900 m Länge zu den in Eisenbeton auszuführenden zylindrischen Wasserschlössern von 36 m Höhe und 9 m lichtem Durchmesser führen. Für jeden Rohrstrang ist ein Wasserschloß vorgesehen. Die Druckrohrleitung mit einem von 3,0 auf 2,5 m abnehmenden Durchmesser führt mit einer durchschnittlichen Neigung von 1 : 4 zum Krafthaus, wobei die Eisenbahnlinie Dresden—Coswig unterfahren wird. Am oberen Ende, dicht unterhalb der Wasserschlösser ist das Apparatehaus mit den Abschlußorganen und Rohrbruchsicherungen angeordnet. Die im Krafthaus vorgesehenen vier (später sechs) Maschinensätze von je 15 000 kW Leistung sind dadurch gekennzeichnet, daß die Generatoren beim Pumpbetrieb als Motoren Verwendung finden, wodurch sich die Gruppierung Turbine-Generator(Motor)-Pumpe in einem Satz und auf einer Welle ergibt. Diese Anordnung, die eine wesentliche Ersparnis an Maschinen- und auch an Krafthauskosten ergibt, stellt für die Maschinentechnik neuartige Probleme dar, da derartige Sätze im Hinblick auf die mit 22 000 bis 25 000 PS zu bemessende Pumpenleistung bisher in Europa noch nicht gebaut worden sind. Die größte Betriebswassermenge ergibt sich für einen Maschinensatz zu rund 15 m³/sec bei der Energieerzeugung. Das an das Krafthaus unmittelbar anschließende untere Speicherbecken von ebenfalls 1,9 Millionen m³ (560 000 kWh) Nutzinhalt wird gebildet durch Eindämmen eines Teiles des Ueberschwemmungsgebietes der Elbe durch hochwasserfrei geführte Dämme.

Die für die Anlage und deren Einschleifung in das 100 000-V-Netz erforderlichen Schalt- und Umspannanlagen sind als Freiluftanlage in unmittelbarer Nähe des Krafthauses geplant. Für einen Teil der Leistung des Werkes ist Anschluß mittels Erdkabels nach der Hauptverteilstelle Dresden vorgesehen.

Die Durchführung der vorliegenden Planung wird von der Stadt Dresden gemeinsam mit der Aktiengesellschaft Sächsische Werke betrieben. Mit ihrer Bestimmung der hydraulischen Speicherung von mit Dampfkraft erzeugter Energie[1]) im Gegensatz zum Wäggitalwerk u. a., die nur Wasserkraftüberschußstrom speichern!) ist die geplante hydro-elektrische Speicheranlage Nieder-Wartha die erste ihrer Art in Europa. Der Wirkungsgrad der Anlage — von Mitte Verbrauchsgebiet bis wieder Mitte Verbrauchsgebiet gerechnet — wird voraussichtlich im Mittel 0,52, maximal etwa 0,65 betragen. (W. 956)

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, 1926, Heft 9, S. 106, und Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 124, Maas, Untersuchung über die hydraulische Speicherung von Dampfkraftenergie.

Literatur

Zeitschriftenschau

Zeitschriftenschau siehe Seite IV, VIII und X des Anzeigenteils.

Eingegangene Bücher.

Mécanisme de l'eau et principes généraux pour l'établissement d'usines hydro-électriques. Par René Koechlin, ingénieur. Avec la collaboration de Maurice Koechlin, ingénieur. Band I, 1924: Mécanisme de l'eau; 327 Seiten, 16×24,3 cm, mit 120 Abb. und einer Tafel. Band II, 1926: Principes généraux pour l'établissement d'usines hydro-électriques; 389 Seiten, mit 168 Abb. und vier Tafeln. Band III, 1926: Fortsetzung von Band II; 389 Seiten mit 147 Abb. und einer Tafel. — Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris. — Preis (einschl. Porto): Bd. I Fr. 99,50; Bd. II Fr. 106,50; Bd. III Fr. 106,50.

Der Talsperrenbau. Von P. Ziegler, Regierungs- und Baurat a. D. Dritte neubearbeitete Auflage, Band II: Die Berechnung massiver Talsperren. 302 Seiten, 18×26 cm, mit 406 Abb. — Berlin 1927, Wilh. Ernst u. Sohn. Preis geh. M. 29.40, geb. M. 32.—.

Deutscher Kommunalkalender 1927. Terminkalender und Handbuch für Verwaltungsbehörden. 7. Jahrg. Herausgegeben von Oberbürgermeister A. Fricke und Generalsekretär E. Stein. 74 Seiten Kalendarium und 326 Seiten Text. — Berlin-Friedenau, 1927, Deutscher Kommunalverlag G. m. b. H. — Preis geb. M. 12.—.

Die nord-süddeutsche Wasserstraße. Mitteilungen des Arbeitsausschusses zur Schaffung eines Groß-Schiffahrtsweges von der Donau und dem Main durch das mitteldeutsche Industriegebiet zur Nord- und Ostsee. Dezember 1926. — 20 S. mit 6 Abb. und Karten. (W. 964.) (Forts. folgt.)

Buchbesprechungen

Das badische Wasserrecht, in seinen Grundzügen gemeinverständlich dargestellt von Dr. K. von Bayer-Ehrenberg, Oberregierungsrat in Karlsruhe. (83 Seiten, Berlin-Halensee, 1926.) Preis 2.— M.; Heft 16 der Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes, e. V., Berlin-Halensee.

Das Werkchen behandelt in gemeinverständlicher Weise, die auf wissenschaftlicher Durchdringung des Stoffes beruht, das gesamte badische Wasserrecht und erstreckt sich auch auf die reichsrechtlich geregelten Verhältnisse der Reichswasserstraßen. Auch die in das Wasserrecht eingreifenden Bestimmungen zahlreicher Staatsverträge und die wasserrechtlichen Vorschriften anderer Gesetze sind besprochen. Das Buch gemahnt in seinem systematischen Aufbau an das große Schenkelsche Werk. Besonders trefflich und ausführlich sind die Vorschriften über Verleihung und Genehmigung von Wassernutzungsrechten behandelt. Die Schrift kann allen, die an Fragen des Wasserrechts interessiert sind, aufs wärmste empfohlen werden. Es wird durch seine klare Darstellung dazu beitragen, die wasserrechtlichen Bestimmungen weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Sehr anzuempfehlen ist das Heft auch jedem jungen Juristen, da er hier mit einem wesentlichen Teil des Verwaltungsrechts vertraut gemacht wird. (W. 979.)

Dr. Sch.

Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen. Von Dr.-Ing. v. Gruenewaldt. 113 Seiten mit 26 Abbildungen. Verlag v. Friedrich Gutsch, Karlsruhe und Leipzig 1926. Ganzleinen RM. 8.—, brosch. RM. 6.—.

Auf die allzu stürmische Entwicklung des Wasserkraftausbaues der vergangenen Jahre ist allenthalben ein merklicher Rückschlag erfolgt, ein Rückschlag, der kommen mußte, weil sich dieser Wasserkraftausbau vielenorts zu wenig auf die nun einmal vorhandenen Tatsachen der Wirtschaft stützte, weil vielmehr sein Ziel und Tempo allzusehr aus rein gefühlsmäßigen volkswirtschaftlichen Argumentierungen heraus bestimmt wurde. Erfreulicherweise bedeutet dieser Wandel bereits den ersten Schritt zur Rückkehr aus dem falschen Geleise, in welches die Wasserkraftwirtschaften so allenthalben geraten waren. Nunmehr gilt wieder — wie vor dem Wirtschaftschaos des letzten Jahrzehnts — der Grundsatz, daß

Digitized by Google

Wasserkraftanlagen als Wirtschaftsobjekte zu betrachten sind, die denselben Bedingungen unterliegen, wie jedes andere Wirtschaftsobjekt auch. Praktisch wirkt sich diese Erkenntnis in der Notwendigkeit aus, neue Wasserkraftpläne nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich sorgfältigst durchzuarbeiten, um ihre Zweckmäßigkeit und Eignung für die Landesenergiebewirtschaftung klar überprüfen zu können.

Die Elemente für eine solche sorgfältige wirtschaftliche Durcharbeit gibt Dr.-Ing. v. Gruenewaldt in seiner soeben erschienenen Schrift: „Die Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen". Der Verfasser hat sich mit Erfolg bemüht, das Grundsätzliche aus dem großen, hier in Betracht kommenden Fragenkomplex herauszuholen und in knapper, aber doch gut verständlicher Ausdrucksweise darzustellen.

Die erste Hälfte der Schrift behandelt die Wasserwirtschaft, und zwar zunächst ihre allgemeinen Grundlagen, und dann anschließend ihre Verarbeitung unter besonderer Berücksichtigung der Speicherung. Es ist begrüßenswert, daß die auf diesem Spezialgebiete bereits vorhandene umfangreiche Literatur durch die ergänzende Ueberarbeitung v. Gruenewaldts auf eine einheitliche Basis der Darstellung und technischen Ausdrucksweise gebracht wird.

Die zweite Hälfte der Neuerscheinung behandelt die Geldwirtschaft. Der Verfasser begnügt sich hier nicht nur mit den Hinweisen auf die Gesichtspunkte, welche für die Ermittlung der Anlagekosten und Jahreskosten (= indirekte und direkte Betriebskosten) zu beachten sind, sondern er untersucht auch die auf die Gewinnbildung bestimmend einwirkenden Faktoren, und erörtert schließlich noch die Wertbestimmung von ausgebauten Anlagen und von Wasserrechten.

Dem anerkennenswerten Drang nach Kürze sind leider einige wesentliche Dinge zum Opfer gefallen. Beispielsweise vermißt man bei den Anlage- bzw. bei den Betriebskosten jeweils die Erwähnung jener zusätzlichen Aufwendungen, welche der oft weitgehende Eingriff in die bestehenden wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Verhältnisse bedingt (Ablösung von Wasserrechten; eventuelle Verwilderung des Flußschlauches; Entwertung von Grundstücken und Brunnen durch Grundwasserabsenkung; Grundstücksversumpfung durch Stau; Ufereinbrüche an Stauseen und dgl. mehr). Hier kann es sich unter Umständen um ganz beträchtliche Summen handeln, deren Vernachlässigung zu einem falschen Rentabilitätsbilde der Kraftanlage führen würde.

Es liegt mir natürlich vollkommen fern, mit dieser kritischen Bemerkung den Wert der Neuerscheinung und das Verdienst des Verfassers irgendwie zu schmälern. Ich bin im Gegenteil der Ueberzeugung, daß die Neuerscheinung nicht nur eine wertvolle Hilfe sein wird für den Studierenden und für den, mit den wirtschaftlichen Untersuchungen von Wasserkraftanlagen noch weniger vertrauten angehenden Ingenieur, sondern daß sie von jedem mit Projektierung befaßten Ingenieur gerne zu Rate gezogen werden wird. (W. 892.)

Dr.-Ing. Otto Streck, München.

Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. für das Jahr 1925. Dortmund 1925. Zu beziehen durch die Geschäftsstelle der Vereinigung der Elektrizitätswerke Berlin SW 48. 528 Seiten mit einer Karte der Bezirksverbände und angehörigen Werke in Deutschland.

In gewohnter Gründlichkeit behandelt die Statistik wieder 592 in Deutschland und 80 außerhalb Deutschland gelegene Elektrizitätswerke hinsichtlich der allgemeinen Angaben über die Leistungsfähigkeit, Stromart und Spannung, hinsichtlich der tabellarischen Beschreibung der Betriebsmittel, der Angaben über Eigenerzeugung, Fremdbezug und Abgabe von Arbeit und schließlich in statistischer Hinsicht bezüglich der Aufteilung der Verbraucher, der Benutzungsdauer und der Abgabe je 1000 Einwohner und je km². Das umfangreiche Werk bietet reiche Vergleichspunkte, soweit nicht gerade Aufschlüsse in energiewirtschaftlicher Hinsicht gebraucht werden. Es darf auf die Besprechung des vorhergehenden Jahrganges in dieser Zeitschrift 1926, Heft 12, Seite 141, hinverwiesen werden, wo die geleistete Riesenarbeit gewürdigt ist und es darf gleichzeitig die Anregung wiederholt werden, die Statistik in energiewirtschaftlicher Hinsicht wenn möglich noch weiter auszubauen zu einer Statistik über die Heranziehung der uns zu Gebote stehenden Naturkräfte hinsichtlich ihres Anteils an der Gesamtarbeit. (W. 935.)

Ing. C. Reindl.

Vereine — Versammlungen.

Isarstädte-Tagung.

Zu obiger Notiz in Heft 3 vom 1. Februar, S. 47[1]) teilen wir berichtigend mit, daß die genannte Kostenschätzung sich auf den Ausbau sämtlicher bisher studierter Talsperren im Isar-, Loisach- und Ammer-Gebiet mit zirka 800—900 Millionen cbm Stauraum einschließlich Heranziehung des Würm- und Ammersees für eine wirksame Hochwasserzurückhaltung auf etwa die Hälfte des bisherigen Maximums und auf eine Niederwasser-Aufbesserung um etwa 50 cbm/sec für die Untere Isar bezieht. Der Ausbau sollte zur Einsparung von Hochwasserschutzbauten im Unterlauf der Isar längstens innerhalb zehn Jahren erfolgen. Für den Ersatz der Isarwasser-Entziehung durch das Achenseewerk — nämlich durch Verminderung der Zuflüsse der „Walchen" — wären für die Münchener Stadtbäche l. d. Isar allein, trotzdem ihnen nur 35 cbm/sec zustehen, jährlich 24—30,5 Millionen cbm Talsperren-Nutzraum aus den zunächst vorgeschlagenen Tiroler Talsperren mit zirka 70 Millionen cbm Inhalt und zirka 20 Millionen Mark Ausbaukosten erforderlich.

Ausführlicher Bericht über die in der Tagung gemachten Vorschläge und ihre Weiterverfolgung durch den gewählten Ausschuß für die Gründung einer Talsperren-Studiengenossenschaft folgt. (W. 984.)

Ausstellungen.

Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926. Zur Erinnerung an die Internationale Ausstellung erscheint demnächst bei der Edition Wüthrich, Abt. Techn. Verlag in Zürich, ein reich illustriertes Ausstellungs-Album in feinstem Kupfertiefdruck mit vornehmem Umschlag. Das Album wird außer den Bildnissen der hauptsächlichsten um die Ausstellung verdienten Männer und einem Geleitwort von berufener Seite ein Gesamtbild nebst Legenden, nach den offiziellen photographischen Aufnahmen, sowie auch interessante Flugbildaufnahmen der Strecke Basel—Bodensee usw., enthalten.

Diesem Prachtwerk (Format 24×32 cm) wird von allen Seiten, insbesondere seitens der Aussteller und aus technischen Kreisen, ein großes Interesse entgegengebracht. Subskriptionspreis nur Fr. 8.—. (Verkaufspreis nach Erscheinen Fr. 10.—.) (W. 975.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 27. Februar 1927.

27c, 13. A. 43907. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

[1]) Abdruck des Vortrags siehe auch Beilage der „Münchner Neuesten Nachrichten": „Fortschritte der Technik" v. 9. I. 27.

Digitized by Google

Verfahren zur Regelung von Kreiselgebläsen und -verdichtern. 10. 1. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 3. April 1927.

27c, 11. F. 60017. Firma Theodor Fröhlich, Berlin. Schleuderrad-Gebläse oder -Pumpe mit ringtrommelförmigem Laufrade und Spiralgehäuse. Carl Billand, Kaiserslautern, Pirmasenser Straße 152. In der Saugleitung einer Schleuderpumpe angeordnete Füllpumpe. 26. 5. 25.

59b, 2. B. 127127. Wilhelm Bors, Twisteden bei Kevelaer, Rheinl. Kreiselpumpe für dicke Flüssigkeiten. 30. 8. 26.

59b, 4. W. 72543. Waggon- und Maschinenbau Aktiengesellschaft Görlitz, Görlitz. Pumpenantrieb durch Motor und Hilfsturbine. 6. 5. 26.

88a, 6. T. 31398. Dr.-Ing. Hans Thoma, Karlsruhe i. B., Vorholzstraße 2. Verfahren durch Abschluß oder Oeffnung der Wasserabsperrvorrichtungen. 3. 2. 26.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Vortragsabend.

Auf dem Vortragsabend des DWWV. am 10. Februar war der große Saal des Ingenieurhauses in Berlin bis zum letzten Platz besetzt.

An der Hand von Lichtbildern sprach Dr. Bräuer (Berlin) über das Thema „Meereswärme als Energiequelle" und Dipl.-Ing. Vogt (Borna) über „Heberanwendungen im Wasserbau". An beide Vorträge schloß sich erfreulicherweise eine rege Diskussion.

Ausführlicheres über den Inhalt der beiden Vorträge wird demnächst an dieser Stelle veröffentlicht werden.

(W. 992.) Die Geschäftsführung.

Mitteilung Nr. 19.

Wir beehren uns, unseren Mitgliedern mitzuteilen, daß soeben die Verbandsmitteilung 19 erschienen ist. Sie behandelt „Das württembergische Wasserrecht", das in seinen Grundzügen von Herrn Ministerialrat Dr. Hofacker, Stuttgart, gemeinverständlich dargestellt ist. 58 Seiten Din-Oktav. Preis im Buchhandel 2.— M., für Verbandsmitglieder kostenlos.

Die vorliegenden Ausführungen geben eine Zusammenfassung des in Württemberg geltenden Wasserrechts. Der mit dieser Materie bestvertraute Verfasser hat in gut verständlicher Weise nicht nur die in der praktischen Ausübung des Wasserrechts in Württemberg geltenden Bestimmungen behandelt, sondern auch die Eigentümlichkeiten, die dieses in Deutschland einzigartige Wassergesetz auszeichnen.

Die seit Inkrafttreten des württembergischen Wassergesetzes vom 1. Dez. 1900 erfolgten Erlasse und Entscheidungen des Ministeriums des Innern und des Verwaltungsgerichtshofes haben volle Berücksichtigung gefunden.

Da die vorliegende Mitteilung nur für einen gewissen Kreis von Verbandsmitgliedern Interesse hat, wird sie diesmal nicht allen Verbandsmitgliedern ohne weiteres zugestellt. **Es werden vielmehr alle Mitglieder, die sie zu erhalten wünschen, gebeten, dies kurz der Verbandsgeschäftsstelle mitzuteilen, damit ein Stück kostenlos übersandt werden kann.**

(W. 991.) Die Geschäftsführung.

Badischer Wasser- und Energie-Wirtschafts-Verband E. V.

Bericht für das Jahr 1926.

Das Zentral-Wirtschaftsproblem, die Bekämpfung der großen Arbeitslosigkeit, welches zurzeit ganz Deutschland beherrscht, hat in Baden befruchtend und anregend auf das Gebiet der Wasserwirtschaft eingewirkt.

Der Neckar.

Die bisher noch bestehenden Schwierigkeiten in Heidelberg sind durch das Eingreifen des Herrn Reichsverkehrsministers behoben worden. Die Kanalisierung des Neckars wird nunmehr in der dafür vorgesehenen Weise durchgeführt und 1935 Heilbronn erreichen. Das Bauprogramm, das die Regierungen des Reichs und der Neckar-Uferstaaten mit der Neckar A.G. vereinbart haben, sieht vor, daß gleichzeitig immer zwei Staustufen sich im Bau befinden. Die Staustufen Ladenburg und Heidelberg werden in den Jahren 1925 bis 1927, Neckargemünd und Neckarsteinach 1928 bis 1930, Hirschhorn und Rockenau 1930 bis 1932, Neckargerach und Hochhausen 1932 bis 1934 und endlich Gundelsheim sowie der erste Teil der Staustufe Heilbronn in den Jahren 1933 bis 1935 erstellt werden. Die Baugelder stellen das Reich und die Länder Württemberg, Baden (240 000 Mark pro Jahr) und Hessen, teils in der Form der Erhöhung des Grundkapitals um 4,16 Millionen Mark, teils in der Form von Darlehen zur Verfügung. Die Kanalisierung der Strecke Mannheim—Heidelberg wird bis zum Sommer 1927 beendigt sein.

Erfreulich ist, daß nunmehr auch die Weiterführung der durch die Neckarkanalisierung begonnene Wasserstraße nach Westen vorgesehen wird, durch die Erstellung eines

Saar—Pfalz-Kanals

von Mannheim-Ludwigshafen nach Saarbrücken.

Zurzeit sind die maßgebenden Kreise der Pfalz und des Saargebietes mit der Aufstellung und der Prüfung des Projektes beschäftigt.

Digitized by Google

Oberrhein.

Für die Regulierung des Rheins von Straßburg bis Istein unterhalb Basel liegt ein fertiges, von der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt genehmigtes Projekt vor. Für die Strecke Istein—Basel ist das Projekt von der Zentralkommission 1922 genehmigt, von der Schweiz 1925 konzessioniert. Von den französischen Kammern ist das Projekt für die Kraft- und Schiffahrtsanlage Kembs 1926 beschlossen worden. Der Basler Hafen ist bereits für eine Leistungsfähigkeit von 500 000 bis 600 000 Tonnen im Jahr ausgebaut. Ferner ist das Projekt für die Schiffbarmachung der Strecke Basel—Konstanz und der Bodenseeregulierung im laufenden Jahr zum Abschluß gebracht worden.

Der Main

soll nunmehr auf der Strecke Aschaffenburg—Würzburg ebenfalls kanalisiert werden, wodurch es der Wertheimer Gegend möglich wird, Anschluß an das allgemeine Deutsche Wasserstraßennetz zu gewinnen.

Ausbau der Wasserkräfte.

Auf diesem Gebiet ist es in Baden ruhiger geworden, zumal der Ausbau der mittleren und kleineren Wasserkräfte sich zurzeit oft nicht mehr lohnt. Von den ganz großen, auch heute noch durchaus rentablen Wasserkraftwerken ist der Bau des Murgwerkes durch die Fertigstellung des Schwarzenbachwerkes im Oktober 1926, nunmehr zum Abschluß gebracht worden. Mit dem Bau des Großkraftwerkes Niederschwörstadt wurde im Spätjahr dieses Jahres begonnen, und für Reckingen und Dogern sind die Konzessionen erteilt. Die Jahreserzeugung des Murgwerkes beläuft sich nunmehr auf 125 Millionen kWh, die Turbinenleistung beträgt 80 000 PS, die bei Bedarf um weitere 40—50 000 PS erhöht werden kann. Gleichfalls im Oktober 1926 wurde die Gründung der Gesellschaft, welche Niederschwörstadt erbaut, vollzogen. Die Gründer sind der Badische Staat, vertreten durch das Badenwerk, sowie die Kraftübertragungswerke Rheinfelden; auf Schweizer Seite der Kanton Aargau, vertreten durch die Nord-Ost-Schweizerischen Kraftwerke, sowie die Gesellschaft Motor-Columbus in Zürich. Das Aktienkapital wurde auf 30 Millionen Franken festgesetzt. Die Baukosten sind auf 45 Millionen Mark veranschlagt; die Bauzeit ist auf fünf Jahre festgesetzt. Die maximale Leistung des Werkes beträgt 106 000 PS, die von Dogern 80 000 PS und die von Reckingen 44 000 PS. Außerdem sind noch sechs weitere Werke in Birsfelden, Neu-Rheinfelden, Säckingen, Waldshut-Kadelburg, Rheinau, Rheinfall-Schaffhausen geplant. Die Höchstleistung der bereits erstellten und noch zu erbauenden Werke am Oberrhein beträgt 825 000 PS, die Jahresdurchschnittsleistung 655 000 PS und die Jahreserzeugung rund 3,5 Milliarden kWh bei einer 8000stündigen Ausnützung. Die Vorarbeitene für das projektierte Schluchseewerk sind noch nicht zum Abschluß gebracht. Durch die Erbauung von Niederschwörstadt und der übrigen Oberrhein-Kraftwerke wird ein tüchtiger Schritt vorwärts zur Industrialisierung des Badischen Oberlandes getan, der für die gesamten Landesinteressenten nur von Vorteil sein kann.

Hervorzuheben ist hier noch, daß sich zurzeit in Baden 3415 Wasserkraftwerke mit 256 000 installierten Pferdekräften befinden, gegenüber 3700 Werken mit 25 550 PS im Jahre 1878. Die Zahl der Werke hat sich hiernach durch Zusammenlegung von Einzelbetrieben verringert, die Kraftgewinnung dagegen ist auf den zehnfachen Betrag gestiegen.

Schiffahrt.

Die Rheinschiffahrt, die zu Beginn des Jahres 1926 und bis zum Sommer völlig darnieder lag, hat im Laufe der letzten Monate, vor allem durch den englischen Kohlenarbeiterstreik, eine erfreuliche Belebung erfahren.

Energiewirtschaft.

Zu den bedeutendsten Stromerzeugern des Landes gehören die Oberrheinkraftwerke Rheinfelden und Laufenburg, das Badenwerk (Murgwerk), die Neckarkraftwerke bei Wieblingen, das Großkraftwerk Mannheim und die städtischen Elektrizitätswerke. Die Stromproduktion in Baden beläuft sich zurzeit auf rund 1 Milliarde kWh im Jahr.

Die Stromverteilung in Baden wird von etwa sechzig Gesellschaften ausgeübt, worunter auch die vorgenannten Stromerzeuger, mit Ausnahme der Neckarwerke, fallen. Hier sei besonders noch auf die Aufgabe des Badenwerks als Landesstromverteiler kurz hingewiesen. Um diese Aufgabe erfüllen zu können, durchzieht eine 100 000-Volt-Leitung vom Oberrhein bis nach Mannheim ganz Baden, mit Anschluß an die Schweiz und an den Niederrhein. Dadurch ist das Badenwerk in der Lage, den Austausch von Elektrizität mit der Schweiz und dem Ruhrgebiet, d. h. zwischen Wasser- und Kohlenstrom in diesen Gebieten, vorzunehmen.

Für den Elektrizitätsverbrauch kommen außer den gewerblichen usw. Betrieben, die teilweise ihren Bedarf selbst erzeugen, die Privathaushaltungen in Betracht. Der Verbrauch in Baden ist noch sehr steigerungsfähig, besonders durch die Verwendung der Elektrizität zu Koch- und Heizzwecken. Hand in Hand damit muß eine Strompreispolitik gefordert werden, die die erhöhte Verwendung elektrischen Stromes ganz allgemein ermöglicht und die, mehr wie bisher, billigen, zum Teil noch ungenützten Nachtstrom, für besondere Zwecke zur Verfügung stellt. (Speicherherde, Wasserboiler und dgl.)

Als Großabnehmer von elektrischem Strom in Baden dürfte in nächster Zeit die Reichsbahn auftreten, durch die projektierte

Elektrisierung der Badischen Bahnen.

Es dürfte heute schon feststehen, daß der elektrische Betrieb der für den Dampfbetrieb infolge der geringen Höhenunterschiede gewiß nicht ungünstigen Eisenbahnstrecke Basel—Frankfurt a. M. eine Verbilligung bedeutet, ganz abgesehen von der erhöhten Geschwindigkeit und den sonstigen Annehmlichkeiten, die der elektrische Betrieb den Reisenden bietet.

Unsere Tätigkeit.

Mit unseren Freunden in Württemberg, bzw. mit den uns befreundeten Wasserwirtschaftlichen Organisationen in Baden und im Reiche traten wir für die Ausbreitung der Wasser- und Energiewirtschaft im Reiche, insbesondere für den Weiterausbau des Neckars, bzw. die Regulierung und Kanalisierung des Bodensees und des Oberrheins ein. Desgleichen unterstützen wir die Bestrebungen zum Ausbau des Pfalz—Saar-Kanals. Von den verschiedensten Seiten wurden wir um Auskünfte allgemeiner Art sowie wasserrechtlicher und steuerlicher Natur angegangen und in Sachen der Elektrizitätsbewirtschaftung werden wir um unseren Rat gefragt. Im Zusammenhang damit hat auf unseren Wunsch der „Deutsche Wasserwirtschafts- u. Wasserkraft-Verband E. V." eine Druckschrift über das „Badische Wasserrecht", in gemeinverständlicher Weise verfaßt von Herrn Oberregierungsrat Dr. von Bayer-Ehrenberg, Karlsruhe, herausgegeben. Die Broschüre behandelt alle Fragen des Wasserrechtes und bringt zum ersten Male die Bestimmungen über das Verleihungsrecht von Wasserkräften und die Elektrizitätspolitik in Baden zusammenhängend zur Darstellung. Weiter haben wir im laufenden Jahr durch Vorträge landauf und landab, sowie durch Pressenotizen eine lebhafte Propaganda für die Elektrisierung der Badischen Bahnen entfaltet. Auch für die Erhöhung des Elektrizitätsverbrauches und in Verbindung damit für die Einführung billiger Tarife zur Verwendung von Nachtstrom zu Koch- und Heizzwecken haben wir uns verschiedentlich eingesetzt. (W. 927.)

Dr. Schneider.

Digitized by Google

ZEISS
Reduktionstachymeter

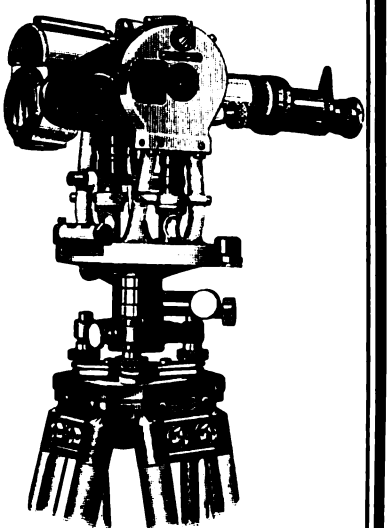
Bosshardt-Zeiss

Präzisionsinstrument für Polygonisierung und Katastermessung in Ebene und Gebirge

Unmittelbare Ablesung der Horizontalentfernung / Gleiche Genauigkeit wie gute Lattenmessungen / Optische Distanzmessung mit getrennten Bildern / keine Mischbilder / Vollkommene Beseitigung des persönlichen Fehlers / Ablesung aller Kreisstellen in einem Okular / Einfache Handhabung der Latte / Unerreichte Wirtschaftlichkeit und Genauigkeit.

Druckschrift „Georeta 63" kostenfrei durch

CARL ZEISS JENA



Reduktionstachymeter Bosshard-Zeiss

St

Holzrohre

100—3000 mm l. W.
bis 10 atm.

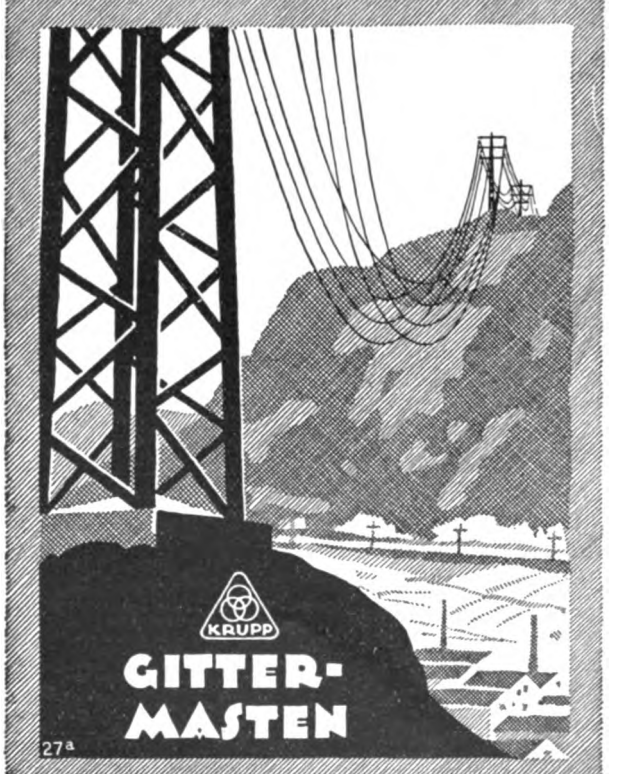
für Wasserkraftanlagen, Wasserversorgungsanlagen, Fabrikanlagen, chemische Fabriken

zur Fortleitung saurer, laugen- und salzhaltiger Flüssigkeiten

★

Steinbeis & Consorten
Abteilung Holzrohr-Fabrik
Rosenheim - Bayern

KRUPP



Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen (Niederrhein)

Digitized by Google

Zentrale Abwasser-Kläranlage der Stadt Tübingen. Von Stadtbaurat Landenberger, Tübingen. „Gesundheitsingenieur", 1926, Heft 38, S. 581—588. 13 Abb. (Allgemeines und Geschichtliches über den Bau der 1925 erstellten Abwasseranlage. Angaben über Einzelheiten des Bauentwurfs, der Kosten und über die Bauausführung.)

Die Frage der landwirtschaftlichen Verwertung der Städtischen Abfallstoffe. Von Baurat Brunotte, Hamburg. „Bauamt und Gemeindebau", 1926, Heft 15. Forts. folgt. (Angaben über den bisherigen Stand der Verwertung städtischer Abwässer durch Verrieselung unter besonderer Berücksichtigung der Hamburger Verhältnisse.)

Die Zusammenhänge der Belebungsverfahren in der Abwasserreinigung. Von Dr.-Ing. K. Imhoff, Essen. „Gesundheitsingenieur", 1926, Heft 43, S. 661—662. 2 Abb. (Kurze Angaben über die Entwicklung und Verfahren der biologischen Abwasserreinigung. Mitteilungen über Versuche des Ruhrverbandes in Essen über Möglichkeiten der Abwasserreinigung durch Belebung und deren praktische Ergebnisse. Näheres ist noch zu finden in der eben erschienenen 2. Auflage des Buches „Fortschritte der Abwasserreinigung".)

Die Abwasserbeseitigung Münchens. Von Direktor Dipl.-Ing. Keppner. „Z. d. V. d I.", 1926, H. 46, S. 1528—1532. 17 Abb. (Beschreibung der Kläranlage für die Abwässer der Stadt mit geplanter Sumpfgasgewinnung, Düker unter der Isar nebst Pumpwerk; Faulschlamm-Düngung und Fischteiche zur biologischen Reinigung des Abwassers; Ertrag.)

Das Schlammbelebungsverfahren. Von Prof. Dr. R. Weldert, Mitgl. d. Preuß. Landesanstalt f. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene. „Gesundheits-Ingenieur" 1926, H. 52, S. 785—790. — (Zusammenfassende Darstellung über Reinigung der Abwässer durch verschiedene Arten des Schlammbelebungsverfahrens unter Angabe von Beispielen und Untersuchungsergebnissen.)

Die Kläranlage des Ruhrverbandes in Essen-Rellinghausen. Von Ing. Franz Fries. „Der Bau-Ing." 1926, H. 49, S. 945—949, 11 Abb.. — (Beschreibung der baulichen Einzelheiten und Gesamtanordnung dieser Anlagen, die für eine Gesamtabwassermenge von 22 000 m³/Tag und nach den neuesten Erfahrungen der modernen Abwassertechnik ausgebaut wurde. Als besondere Neuerung ist hier im größeren Maße die Gasgewinnung aus Faulraum durchgeführt worden.)

Be- und Entwässerung.

Zur Gründung einer Lippegenossenschaft. Von Dr.-Ing. Helbing. „Glückauf", 1926, H. 11, S. 325—330. 7 Abb. (Notwendigkeit einer Regulierung der Vorflut durch die Zunahme des Bergbaues; Rücksichtnahme auf die Wassernutzung im Gegensatz zur Ennscher; Diskussion des Lippegesetzes mit den Aufgaben der Reinhaltung, der Verwaltung des Wasserschatzes, die Erhaltung der Schiffbarkeit der unteren Lippe und Hochwasserschutz.)

I lavori di bonifica nel comprensorio del Consorzio Ongaro inferiore. (Die Meliorationsarbeiten im Bereich des Consortiums des Ongaro-Unterlaufes.) Von Veronese. „Annali della R. Scuola d'Ingegneria di Padova", 1926, H. 3, S. 213—238. 41 Abb. (Die umfangreichen Entwässerungsanlagen, Kanäle und Pumpwerke in der Piave-Niederung, Bauausführung der Kanäle. Die vier vertikalen Kreiselpumpen für je 7 m³/sec auf 2,20—6,90 m Förderhöhe mit 500 PS-Vertikalmotoren von 123 Umdr./Min. der Anlage Termine; die zwei Dieselpumpenaggregate 500 PS für je 7 m³/sec auf 4,50 m Höhe. Die baulichen Anlagen. Trinkwasserversorgung. Finanzierung. Ertragsteigerung.)

L'irrigazione delle terre dell' Egitto e del Sudan e la nuova diga di Sennar sul Nilo Azzurro. (Die Bewässerung von Aegypten und des Sudan und die neue Sennar-Sperre im Blauen Nil.) „Annali delle utilizzazioni delle acque", 1926, Bd. 1, S. 43—52. 7 Tafeln. (Beschreibung der Anlagen.)

Le opere di irrigazione nella Bassa Lodigiana. (Die Bewässerungsanlagen in der Lodigiana-Ebene.) Von Gussoni. „Annali della R. Scuola d'Ingegneria di Padova", 1926, H. 3, S. 207—212. 5 Abb. (Beschreibung der Bewässerungsanlagen nördlich von Piacenza, Pumpenanlage, Kanäle.

Bewässerungsanlagen in Ostböhmen. Von Baurat Ing. Neutzner. „Wasserwirtschaftliche Mitteilungen des deutschen Meliorationsverbandes für Böhmen", 1926, H. 5, S. 55—56. (Beschreibung der Bewässerungsanlagen an der Elbe, Aupa und Mettau; deren hydrotechnische Daten, notwendige Wassermenge und ihre Verteilung; landwirtschaftliche Ergebnisse.)

La Mostra Nazionale delle Bonifiche. (Die nationale Ausstellung für Melioration.) Von Ing. Buongiorno. „Annali dei Lavori Pubblici", 1926, Nr. 8, S. 683—726. 25 Abb. (Beschreibung der in Neapel stattgehabten Ausstellung der Generaldirektion für hydraulische und Meliorationsarbeiten, der ausgestellten Pläne ausgeführter und geplanter Bauten u. Anlagen für Ent- u. Bewässerung, Melioration usw.)

Die Ent- und Bewässerung der hamburgischen Marschniederungen. Von Oberbaurat Schwoon. Hamburg. „Die Bautechnik" 1926, H. 53, S. 788—809, 61 Abb. — (Eingehende Beschreibung des nahezu fertiggestellten großangelegten Kulturwerkes südöstlich von Hamburg. — Allgemeines. Besprechung der einzelnen Bauwerke wie Bewässerungswerk und Ueberschöpfwerk, Schiffahrtsschleuse, Pumpwerke II, III, IV, V, VI, VII, Stauwerke, Brücken, Durchlässe. Düker.)

Energiewirtschaft.

Weltkraftkonferenz.

Die Weltkraftkonferenz — Sondertagung Basel 1926. Mit besonderer Berücksichtigung bauingenieurtechnischer Fragen. Von Prof. Heiser. „Bauingenieur", 1927, H. 1, S. 5—9; H. 2, S. 29—34; H. 3, S. 39—40; H. 4, S. 61—63; H. 5, S. 78—81. (Kurze Zusammenstellung der Diskussionen besonders über Kolkbildung, Auftrieb bei Staumauern, Wehrverschlüsse, Entsandung, Dämme und Schwergewichtsmauern, Gewölbestaumauern, Stollen und Erfahrungen damit, Druckübertragung auf das Gestein, Druckrohrleitungen; Turbinen und Regler (vgl. hierzu diese Z. 1927, H. 2, S. 22); Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt; Schiffsfragen. Bahnelektrisierung. Elektrizität in der Landwirtschaft. Beziehungen zwischen hydraulischer und thermischer Energie: Beispiele, u. a. Steiermark und Schweden, Wasserkraft und Dampfkraft hinsichtlich kritischer Benutzungsdauer und Spitzendeckung. Dieselmaschinen und Dampfspeicher. Wichtigkeit des Zusammenarbeitens hydraulischer und thermischer Energie ohne Rücksicht auf Landesgrenzen. Vgl. diese Z. 1926, H. 22, S. 272.)

Die Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel 1926. Von Dr. Haas. „E. T. Z.", 1926, H. 40, S. 1168—1170. (Kurzer Bericht über die Referate und Diskussionen aus Wasserkraftnutzung, Kraftwasserstraßen, Energieversorgung, Bahnelektrisierung.)

La 2e Conférence Mondiale de l'Energie. (Die 2. Weltkraftkonferenz.) „La technique moderne", 1926, H. 21, S. 658—659. (Kurze Uebersicht über die Erörterungen betr. Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt, Bahnelektrisierung, Elektrizität in der Landwirtschaft, hydraulische u. thermische Energie und internationaler Energie-Austausch.)

(Fortsetzung siehe Seite X.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herzstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 6 — 15. MÄRZ — 1927

Aus dem Inhalt: Etwas über Wasserspiegelfixierungen. / Heberanwendungen im Wasserbau. / Ueber Grundwasserbewegung (Forts.) / Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen (Schluß). / Nomogramm zur Forchheimer-Formel. / Rundschau: Energiewirtschaft / Wasserkraftmaschinen. / Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Literatur: Eingegangene Bücher. / Buchbesprechungen. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Etwas über Wasserspiegelfixierungen.

Von Ministerialrat Krenzer, München.

Auf verschiedene Anregungen hin soll in nachfolgendem ein Versuch geschildert werden, der den Zweck hatte, an einer Strecke der Donau zwischen Vilshofen und Passau eine genaue Wasserspiegelfixierung zu erhalten, weil eine Fixierung mit dem gewöhnlichen Verfahren wegen der starken Wellenbildung und der verschiedentlich eigenartigen Flußlage sehr unzuverlässige Werte ergab und ergeben mußte. Zwischen den beiden Orten Sandbach und der sogenannten Löwenwand bei Schalding oberhalb Passau liegt das Flußbett der Donau völlig im Felsen. Die ganze Flußsohle besteht aus zackigen Felsenriffen in wild wechselnden Höhen. Die starken Wirbelungen und Querströmungen erschwerten das Navigieren der Schleppzüge außerordentlich, trotzdem eine Fahrwasserrinne von 40 m Breite durch Sprengung bereits hergestellt war. Um die Wirkung der versuchsweise zur Ausführung gelangten Niederwasser-Leitwerke einerseits und von Grundschwellengruppen anderseits genauer zu erfassen, um weiter auch geringe Aenderungen feststellen zu können, reichte das bisherige System der Wasserspiegelfixierung nicht aus. Man versuchte zuerst durch Aufnahme einer möglichst großen Anzahl von Wasserspiegelfixierungen dem Ziel näher zu kommen und stellte alle 100 m Hilfspegel in der Strecke auf, deren Nullpunkte nivellatorisch bestimmt wurden.

Die Ablesungen an den Pegeln ließen sich dort, wo derselbe nur einigermaßen am starkströmenden Wasser stand, wegen der starken Pulsationen oft nur auf 5—8 cm genau angeben. Je nachdem die Wirbel, welche sich infolge der Felsriffe über der Sohle bildeten, ober- oder unterhalb der Pegelstelle auftraten, stellten sich manchmal sogar ganz wesentlich verschiedene Wasserhöhen ein. Andere Pegel wieder, welche nicht an den Rand den Fahrwassers placiert werden konnten und gewissermaßen im toten Wasser sich befanden, gaben je nach den Verhältnissen meist anderen Flußlagen entsprechende Wasserhöhen an, fast nie aber die der Messungsstelle im Stromstrich selbst zugehörige. Es mag zwar befremdlich erscheinen, daß gerade solche Punkte, bei denen eine genaue Ablesung der Wasserhöhe möglich war, als unpassend erachtet werden mußten. Wer jedoch die örtlichen Verhältnisse genau beobachtete, mußte zu dem gleichen Schlusse kommen. Solche Punkte entsprachen meistens am Ufer der Wasserspiegelhöhe im Stromstrich in einiger Entfernung abwärts, manchmal auch aufwärts, je nach der Lage der einzelnen Felsenmassivs im Flusse. Kurz, die sämtlichen mit Hilfe der Pegel aufgenommenen Nivellements gaben kein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild und konnten deshalb nicht die richtige Grundlage für eine Beurteilung der Wasserspiegeländerungen in der ganzen Versuchsstrecke bilden.

Die Aufstellung der Pegel hat jedoch den großen Vorteil gehabt, daß mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, daß der Wasserspiegel innerhalb kurzer Strecken gegenüber der Nullpunktlage oft sehr erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Durch die örtlichen Verhältnisse treten Stauungen, und als Folge davon dann wieder Senkungen ein, so daß der Wasserspiegel nicht im gleichen Verhältnis wie an der Pegelstelle steigt und fällt. So zeigte zum Beispiel ein bei km 349 auf + 0,29 Vilshofener Pegel gesetzter Pegel + 1,13 während der

Digitized by Google

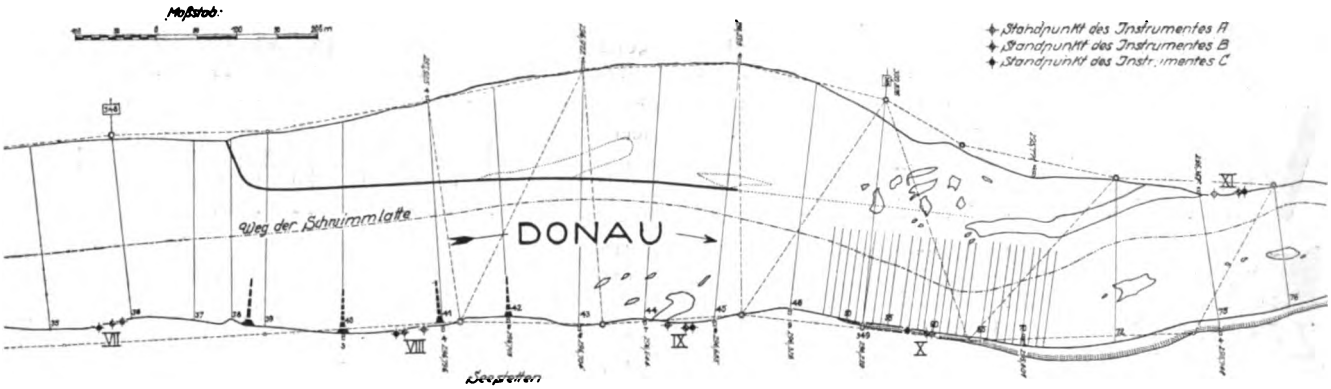


Abbildung 1.

Vilshofener Hauptpegel nur + 0,95 angab. Ein Wasserstand von + 1,5 Vilshofener Pegel entsprach an der vorgenannten Stelle einem Stand von + 2,08.

Um die Genauigkeit der Wasserspiegelfixierungen zu erhöhen wurden sodann Pegel an den beiden Ufern aufgestellt. Der Erfolg war aber ein negativer. Obwohl die Pegel auf gleichem Wasserstand (gewöhnlich bei + 0,20 Vilshofener Pegel) gesetzt wurden, zeigten die Ablesungen oft Differenzen von 20 cm für ein und das nämliche Profil.

Abgesehen von allem anderen kamen immer noch Beschädigungen der Pegel bei höheren Wasserständen durch angeschwemmte Hölzer und dgl. vor, so daß auch die Genauigkeit des Nivellements erheblich beeinträchtigt wurde und häufige Kontrollen erforderlich machte.

Nachdem aus all den bisherigen Messungen und Versuchen ein richtiger Schluß auf die Wirkung der Einbauten nicht gezogen werden konnte, trat die Notwendigkeit genauerer und präziserer Aufnahmen immer mehr in den Vordergrund. Da die Maße der Nivellements eher verwirrend als klärend wirkten, richtete sich das Bestreben nunmehr dahin, wenigstens ein Wasserspiegelnivellement von größerer Genauigkeit als die bisherigen zu erhalten, und dies, wenn irgend möglich, im Stromstrich. Um ein möglichst genaues Nivellement im Stromstrich selbst zu erhalten, wurden schon vorher die verschiedensten Versuche gemacht. So zum Beispiel ließ man ein Floß auf der Wasserfläche dahin gleiten, auf welchem ein Mann die Nivellier-Latte, welche vom Ufer aus beobachtet wurde, hielt. Bei einem anderen Versuche wurden zwei Zillen zusammengekuppelt mit einem Podium versehen und die Nivellier-Latte auf dem Podium von einem Meßgehilfen gehalten. Sowohl die Anwendung des Floßes als der gekuppelten Zillen erschienen für die Strecke Sandbach—Seestetten unzweckmäßig, denn beide, die Zillen sowohl wie das Floß, benötigten eine Mannschaft, welche das Festhalten sowohl wie das Steuern im Stromstrich besorgen mußten. Durch die Manipulation beim Festhalten des Ankerseiles sowie beim Steuern wurde die Latte stets so in Vibration gesetzt, daß an ein genaues Ablesen nicht zu denken war.

In erster Linie galt es, eine Latte zu konstruieren, welche völlig unabhängig von den vorerwähnten gewissermaßen künstlich erzeugten Schwankungen wird, in zweiter Linie einen weiteren Uebelstand, der hauptsächlich im Kachlet bei Sandbach als Folge des stärkeren Wellenganges auftritt, soweit als irgend möglich auszuschalten. Um von allen Bewegungen möglichst frei zu sein, wurde eine Art Floß konstruiert, welches nur aus zwei 12 m langen Balken bestand. Die Balken hatten 1 m seitlichen Abstand und waren an den beiden Enden und in der Mitte durch Querriegel miteinander fest verbunden. In der Mitte dieser Balken wurde ein Eisengestänge aufgesetzt, welches eine kardanische Aufhängevorrichtung enthielt. In

Skizze der Schwimmlatte.

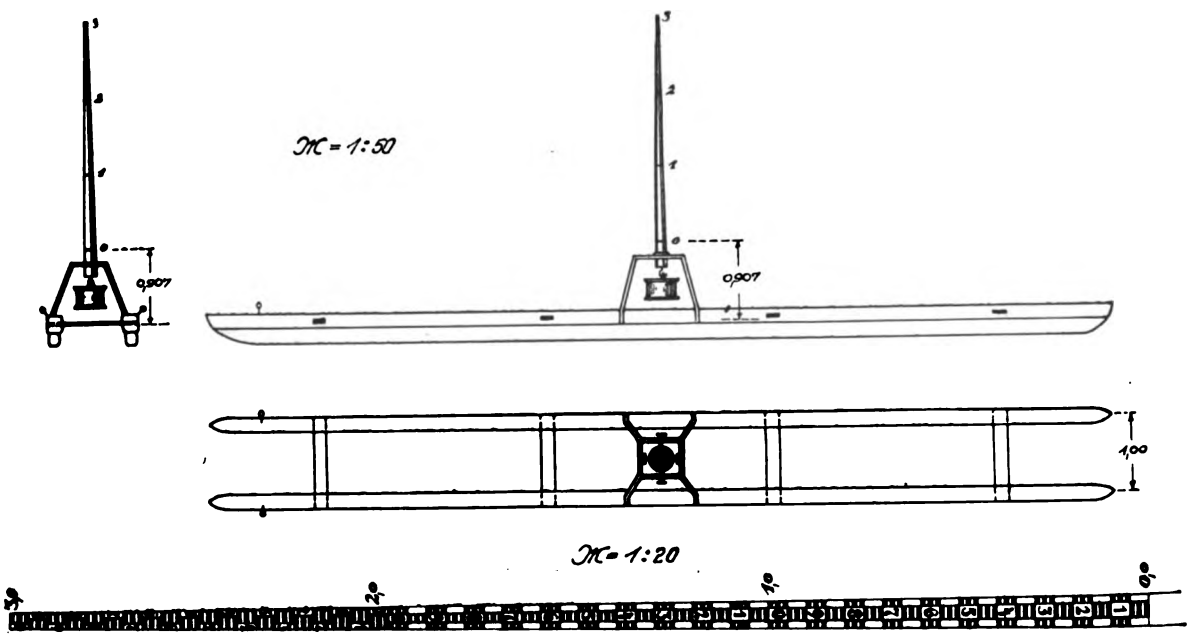


Abbildung 2.

Digitized by Google

diese Aufhängevorrichtung wurde eine Nivellierlatte, deren Konstruktion aus der Abbildung 2 entnommen werden kann, eingesetzt. Durch diese letztgenannte Anordnung glaubte man die kleinen Schwankungen des Wasserspiegels sowohl in der Längsrichtung wie in der Querrichtung des Floßes möglichst ausgleichen zu können. Die Latte selbst bestand aus einer nach oben kegelförmig zugehobelten Stange, welche an ihrem unteren Teile mit einem schweren Gegengewicht (bei dem damaligen Modell eine alte Eisenrolle von 77 kg Gewicht) versehen war. Das Gegengewicht hielt die Latte stets in lotrechter Richtung. Die Teilung auf der Latte war so eingerichtet, daß man imstand war von allen Seiten Ablesungen zu machen. Um die Ablesungen zu erleichtern hatte jeder Meter der Latte eine andere Farbe (schwarz, rot, blau). Die ganze Vorrichtung samt Latte, welche im folgenden als Schwimmlatte bezeichnet werden soll, wurde mittels eines Seiles von einer verankerten Zille aus geführt.

Der erste Versuch mit dieser Latte wurde in der Nähe der Isarmündung bei km 308 gemacht. Um über die Ablesungen eine genaue Kontrolle zu erhalten, geschahen die Ablesungen an der Schwimmlatte von 3 voneinander völlig unabhängigen Instrumenten, welche wieder von 3 Beobachtern gleichzeitig bedient wurden, aus. Um die Entfernungen, in welcher die Wasserspiegelkoten erhoben werden sollen, genau zu fixieren, wurde am Lande eine Gerade parallel zum Stromstrich abgesteckt und in den für passend gefundenen Entfernungen die Profile durch Senkrechte, gegen den Fluß zu durch zwei Visierstäbe markiert. Die Zille, von der aus die Schwimmlatte geleitet wurde, verankerte sich in einem geeigneten Abstand vom Ufer; sodann ließ man die Schwimmlatte am Seil so lange flußabwärts gleiten, bis sie genau in der Richtung der ersten abgesteckten Senkrechten, also im ersten Profil, stand. An der nunmehr festhängenden Latte wurden von den 3 horizontierten Instrumenten die ersten Grobablesungen gemacht. Die 3 Fernrohre blieben dann in Richtung auf diesen ersten Standpunkt der Latte eingestellt gelassen. Von der verankerten Zille aus zog man alsdann die Schwimmlatte zirka 5 m stromaufwärts und ließ sie dann auf Kommando frei abwärts durch das Profil schwimmen. Dieses Kommando „Frei" war für die Beobachter der Instrumente zugleich das Zeichen, den Punkt, an dem die festhängende Latte vorher gestanden, anzuvisieren.

Der Moment, in welchem die Schwimmlatte das Profil durchschwimmt, wurde von einem eigens hierzu aufgestellten Beobachter durch Zuruf oder Pfiff signalisiert und so die Zeit der definitiven Ablesung förmlich festgelegt. Durch Verlängern des Ankertaues brachte man die Schwimmlatte in das nächste Profil. Hier wiederholte sich der gleiche Vorgang wie vorher. Reichte dann später das Ankerseil zur Verlängerung nicht mehr aus, so geschah die Fortsetzung der Aufnahmen durch Nachlassen des Halteseiles der Schwimmlatte. Gingen beide Seile zu Ende, so übernahm eine inzwischen in gleicher Höhe verankerte zweite Zille die Schwimmlatte und der geschilderte Vorgang wiederholte sich durch die nächsten Profile, bis die Seillängen eine weitere Verlängerung ebenfalls nicht

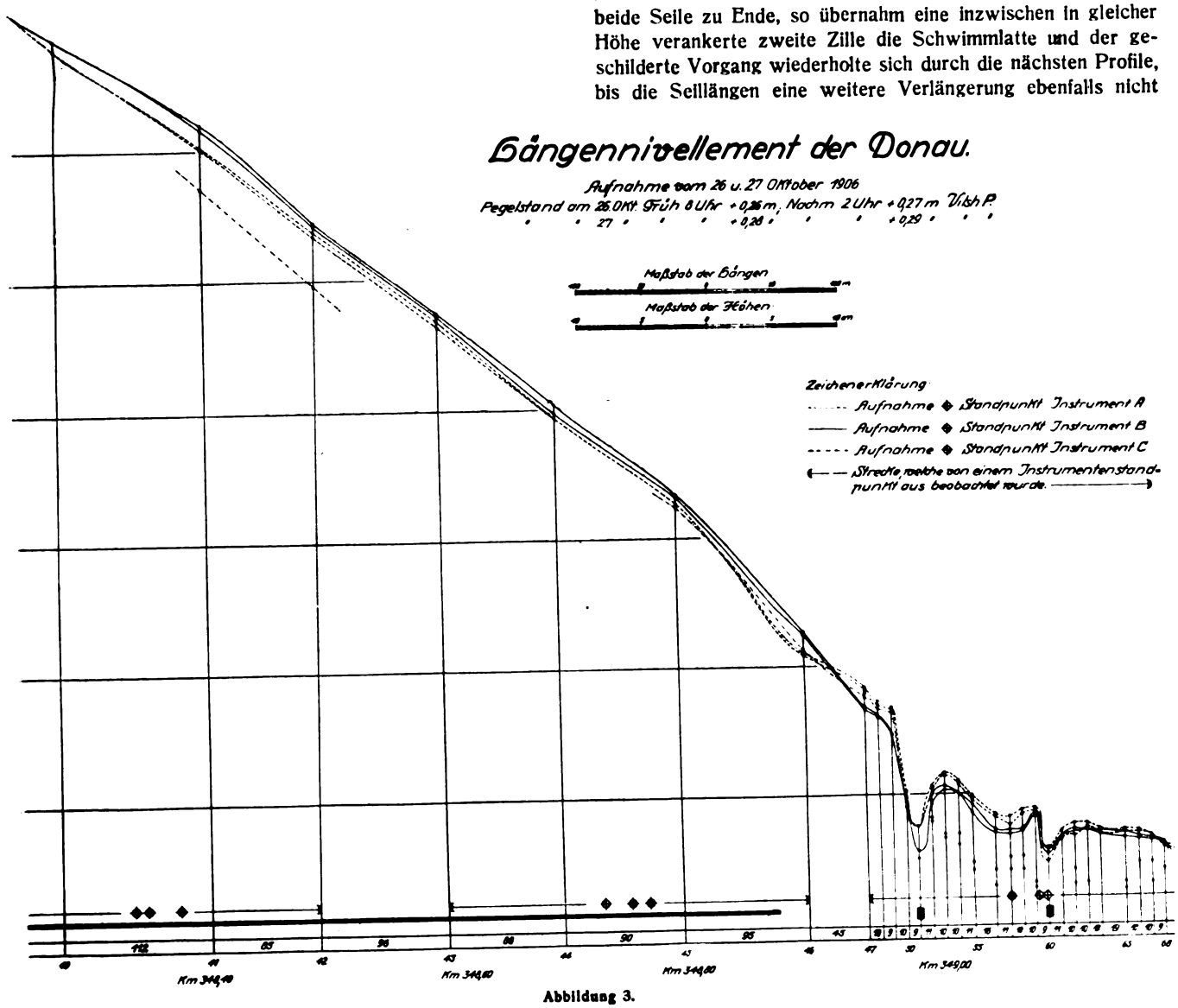

Gängennivellement der Donau.
Aufnahme vom 26 u. 27 Oktober 1906
Pegelstand am 26 Okt. Früh 8 Uhr + 0,26 m, Nachm 2 Uhr + 0,27 m Visch P.
" " 27 " " " + 0,28 " " " + 0,29 " " "
Maßstab der Längen
Maßstab der Höhen
Zeichenerklärung:
Aufnahme ◆ Standpunkt Instrument A
Aufnahme ◆ Standpunkt Instrument B
Aufnahme ◆ Standpunkt Instrument C
Strecke welche von einem Instrumentenstandpunkt aus beobachtet wurde.
Km 349,40
Km 349,60
Km 349,80
Km 349,00

Abbildung 3.

Digitized by Google

mehr gestatteten. In der geschilderten Weise setzte man die Aufnahme weiter fort bis zum letzten gewählten Profil. Der Erfolg des ersten Versuchsnivellements war überraschend. Die Ablesungen der einzelnen Instrumente zeigten eine Differenz von höchstens 3—4 mm. Das Wasserspiegelgefälle ließ sich mit einer solchen Genauigkeit in seinem ganzen Verlaufe über eine Buhne auftragen, daß die kleinsten Gefällsbrüche erkannt und gemessen werden konnten.

Nach diesem Versuch ging man zuerst daran, im Stromstrich eine Wasserspiegelfixierung über die Schwellengruppen 4, 5 und 6 bei km 350 vorzunehmen. Nachdem auch dieser Versuch ein günstiges Resultat ergab, wurde die Schwellengruppe bei km 351 aufgenommen. Als dann die nötigen Absteckungen und Profilmessungen von Sandbach km 345,6 und 349,8 ausgeführt waren, wurden auch in dieser Strecke die Wasserspiegelfixierungen im Stromstrich durchgeführt. Durch die Vorversuche hatten die Aufnehmenden bereits eine solche Gewandtheit im Ablesen erreicht, daß man diese 4,2 km lange Strecke in zwei Tagen fertigstellen konnte trotz ungünstigen Wetters (Regen und Nebel). Neben den Ablesungen zur Ermittlung der Höhenkoten der einzelnen Punkte gelang es auch, durch Ablesung der Distanzfäden die Entfernung der einzelnen aufgenommenen Wasserspiegelpunkte vom Standpunkt des Instrumentes zu gleicher Zeit zu bestimmen. Damit wurde auch eine genaue Fixierung des Weges der Schwimmlatte ermöglicht.

Das ganze eingeschlagene Verfahren darf zwar im allgemeinen noch als im Versuchsstadium stehend betrachtet werden, weil die Latte noch nicht mit allen in Aussicht genommenen Vorrichtungen versehen war. Im Laufe der verschiedenen Messungen hatten sich, wie das ganz natürlich vorauszusehen war, einzelne Mängel ergeben, denen jedoch leicht hätte abgeholfen werden können. Für weitere Messungen hätte die Erfahrung wesentliche Fingerzeige zur Verbesserung und Vereinfachung des Verfahrens geliefert.

Um die Art und Weise, wie die Aufnahmen gemacht wurden, beurteilen und auf ihre Wertigkeit prüfen zu können, wurden im Detaillängennivellement (1 : 1000, 1 : 1) die von den drei Beobachtern ermittelten Koten in jedem Profil auf Millimeter genau eingezeichnet und durch die Art der Zeichnung so markiert, daß man die Nivellements der einzelnen Beobachter im Verhältnis zueinander von Profil zu Profil, von Standpunkt zu Standpunkt genau verfolgen kann.

Wie leicht erklärlich sind die Differenzen der einzelnen Koten dort am größten, wo die Ablesungsweiten (bis zu 180 m) ebenfalls die größten waren. Zur Würdigung dieses Umstandes wurde in dem vorgenannten Längennivellement durch (— —) der Umfang der Profile angegeben, welche von einem Standpunkt aus beobachtet wurden. Die eingetragenen Instrumentenstandpunkte lassen zu gleicher Zeit die Ablesweite erkennen, die im Plane allerdings nur die Projektion der tatsächlichen Entfernung bilden.

Das Nivellement zeigt weiter, daß zuweilen schon Fehler bei der Bestimmung der Instrumenten-Horizonte sich eingeschlichen haben, denn die einzelnen Nivellements verlaufen im Bereiche des speziellen Instrumenten-Standpunktes ganz gleichmäßig parallel zueinander, so daß man nur eine kleine Verschiebung zu machen brauchte, um die drei Nivellements fast zum Decken zu bringen.

Die Einteilung der Schwimmlatte wich wegen der Ausführung als Kegel von derjenigen der gewöhnlichen Nivellierlatten ab und gab leider noch leicht Anlaß, Ablesefehler zu begehen, selbst wenn man sich im allgemeinen auch schon an die Teilung gewöhnt hatte (vgl. Prof. 41 und 42, Ablesefehler 5 cm). Beim Auftragen des Nivellements lassen sich jedoch solche Irrtümer sofort erkennen und beseitigen.

Diese Versuche wurden leider nicht mehr fortgesetzt, weil das System der Niederwasserkorrektion nach anderen Gesichtspunkten weitergeführt werden sollte und man damals auch mit dem Gedanken umging, diese Felsenstrecke durch einen Seitenkanal zu umgehen. Damit gerieten sie einerseits in Vergessenheit, anderseits hatte ich als Sachbearbeiter hierzu nicht mehr Zeit, weil mir eine andere große Aufgabe übertragen wurde, die auf einem ganz anderen Gebiete lag. Die vorstehende Schilderung soll nun dazu beitragen, vielleicht neue Anregung zu ähnlichen Messungen zu geben an Stellen, an denen es sich um eine genaue Fixierung des Wasserspiegels im Stromstrich eines Flusses handelt. (W. 1000.)

Heberanwendungen im Wasserbau.

Nach dem Vortrage von Dipl.-Ing. A. Vogt in Borna b. Leipzig beim Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband e. V., am 10. Februar 1927 in Berlin.

Die seit alters her bekannte Verwendung von Hebern und Heberleitungen zum Ueberheben einer Flüssigkeit (Wasser) aus einem höher als der Abfluß liegenden Herkunftsorte über ein Zwischenmittel, dessen Höhenlage ein Vakuum im Heber von weniger als einer Atmosphäre bedingt, begegnet der besonders bei Rohrleitungen größeren Ausmaßes zur Geltung kommenden Schwierigkeit, die in den Heber von außen eindringenden und aus der Flüssigkeit sich ausscheidenden Gase (Luft, Kohlensäure usw.) aus dem Heber herauszufördern.

Angesichts dieser Schwierigkeit war bisher die Anwendung von Hebern im allgemeinen auf solche Ausführungen beschränkt, bei denen die Gase mit maschinellen Einrichtungen (Vakuum-Kompressoren, Dampf- oder Wasser-Injektoren, hydraulischen Luftabsaugeapparaten usw.) beseitigt wurden. Man findet daher die Anwendung von Heberleitungen fast ausschließlich bei größeren städtischen Wasserwerken, wo die in Zeilen angeordneten Rohrbrunnen mit einer gemeinsamen Heberleitung in den Pumpwerksbrunnen ausgießen.

Der Vortragende hat nun in Anlehnung an eine Veröffentlichung des während des Weltkrieges verstorbenen Baurat Lindley [1]) eine geeignete Konstruktion des Heberfallrohres angegeben, die ohne irgendwelche Schwierigkeiten in Bau und Betrieb die Heber selbstentlüftend macht, derart, daß die in der Heberleitung enthaltenen Gase in dem Fallrohr zugleich mit dem Wasser ausgestoßen werden. Diese selbsttätige Luftförderung aus dem Heber wird durch einen entsprechenden Ueberschuß an Hebergefäll bewirkt, und man kann Heber und Heberleitungen infolgedessen nach Bedarf auch zum Absaugen von Gasen für irgendwelche Zwecke, das heißt als hydraulische Vakuum-Kompressoren anwenden. Der Wirkungsgrad dieser Vorrichtungen und dessen Abhängigkeit von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen wird durch künftige eingehende Versuche noch empirisch zu ermitteln sein.

Die Eigenschaft der Selbstentlüftung eröffnet den Hebern neue beträchtliche Anwendungsgebiete, von denen der Vortragende einige aus seiner Praxis mitteilt.

Zunächst bieten die einfachen selbstentlüftenden Heberleitungen mit einem Knie Gelegenheit, bei vorhandener Vorflut beliebige Flüssigkeitsmengen dauernd und ohne Abreißen

[1]) Vgl. „Gasjournal", 1909.

Digitized by Google

zu fördern. Sie eignen sich daher ohne Wartung und Betriebsüberwachung für die Wasserabführung aus Quellfassungen, Steinbrüchen und Sandgruben, Bergwerksmulden, Talsperren und anderen Baugruben, Sümpfen, Teichen und Seen. Ferner ist jeder Heber, für den ein entsprechendes Nutzgefälle zur Verfügung steht oder beschafft wird, als Vakuum-Kompressor zum Absaugen von Luft, Gasen, Staub oder Dämpfen verwendbar, die in dem Heber mit der Förderflüssigkeit gemischt und nach Bedarf zur Ableitung gesammelt, oder auch in der Flüssigkeit absorbiert, niedergeschlagen oder kondensiert werden sollen.

Die Bedingungen, unter denen ein Heber einwandfrei arbeiten und die in ihm enthaltenen Gase selbsttätig ausstoßen kann, sind folgende:

Erstens muß die Heberleitung entweder ganz horizontal oder auch mit einer kleinen Steigung in der Richtung des fließenden Wassers verlegt werden, und darf auf keinen Fall und in keinem Teile ein Gefäll in der Richtung des fließenden Wassers haben, welches größer ist, als das Reibungsgefäll der Mindestdurchflußmenge in der Rohrleitung.

Zweitens muß das Heberfallrohr ohne Krümmer vertikal von der Heberleitung abgehen, am besten mit horizontaler Rohroberkante.

Drittens ist die Fallrohrlichtweite dadurch beschränkt, daß die Geschwindigkeit der Mindestdurchflußmenge im Fallrohr größer oder gleich 0,4 m in der Sekunde sein muß.

Viertens muß der Auslauf des Fallrohres in den Vorfluter bzw. der Uebergang von einem Heberknie in das nächste so konstruiert sein, daß die ausgestoßene Luft keine rückläufige Bewegung im Fallrohr machen und dadurch den Heberabfluß stören kann.

Der Entlüftungsvorgang im Heberfallrohr vollzieht sich unter diesen Konstruktionsbedingungen derart, daß die durch das Hebergefäll erzeugte Beschleunigung im Heberfallrohr eine Wassergeschwindigkeit schafft, die bei freiem Fall von oben nach unten kontinuierlich zunehmen würde, während sie in dem geschlossenen Fallrohr notwendigerweise gleichmäßig sein muß. Durch diesen Zwang wird in dem oberen Teil des Heberfallrohres ein Vakuum erzeugt, welches größer ist als das Hebervakuum, und dadurch wird die Luft von der Wasseroberfläche in das Fallrohr hineingesaugt und mit dem abwärtsfließenden Wasser fortgewirbelt.

Weiter zeigte der Vortragende in einer Reihe von Bildern, wie man eine solche Heberleitung dem Gelände entsprechend in mehrere Knie unterteilen kann, wie sich ein Wassermesser und ein Sandfang in eine Heberleitung einschalten läßt, und wie man das bzw. die Heberfallrohre in mehrere Einzelrohre von verschiedener Lichtweite unterteilt, um bei sehr stark wechselnden Abflußmengen der (oben unter drei genannten) Bedingung einer Mindest-Durchflußgeschwindigkeit im Heberfallrohr von 0,4 m in der Sekunde gerecht zu werden, und wie sich auf diese Weise die Heberleitungen auch mit großem Vorteil (Beseitigung der Geruchsbelästigung durch das Abwasser mittels starker Entgasung) für die Abflüsse von Kanalisationsleitungen anwenden lassen.

Hieran schlossen sich Ausführungen über Entgasungsheber für die Geruchsbeseitigung von städtischen Abwässern, zu deren Evakuierung man allerdings maschinell betriebene Luftpumpen braucht. In dem Steigrohr eines solchen Hebers scheidet sich das im Abwasser massenhaft absorbierte Gas beim langsamen Hochsteigen in Form allerfeinster, allmählich an Volumen zunehmender Bläschen aus, und durch den Raumbedarf dieser Gasbläschen wird die Wassersäule im Steigrohr spezifisch leichter als die gleich hohe durch die Luftabsaugung entgaste Wassersäule im Heberfallrohr. Es wird dadurch eine Wasserbewegung durch den Heber hindurch erzeugt, die um so stärker ist, je mehr Gas das Abwasser enthält, und je größer die Lichtweite der Heberrohre gewählt wird. Diese letzten Endes durch die Arbeit der Luftpumpe erzeugte Wasserbewegung setzt sich in dem Vorklär- oder Klärbecken fort, über welchem der Heber montiert ist, und der Vortragende zeigte an einem Beispiel, wie man diese Wasserbewegung innerhalb des Klärbeckens konstruktiv zu einer möglichst vorteilhaften Ausnützung des Rauminhaltes der Kläranlage für die relativ beste Klärwirkung ausnutzen kann. —

Ein besonderes Kapitel ergibt die Eigenschaft der selbstentlüftenden Heber, als Saugkompressoren zu wirken. Hierhin gehört die Möglichkeit, einen Heber mit einer oder mehreren Stufen in die Kulmination einer Druckwasserleitung einzubauen, um hier die bei starker Inanspruchnahme unter Saugspannung sich ausscheidende Luft, die mit den bisher üblichen Entlüftungseinrichtungen sich nicht entfernen läßt, selbsttätig auszustoßen, und die Verwendung kleiner, als Saugkompressoren wirkender Anlaßheber zur Inbetriebsetzung großer Heber, deren Scheitel über dem Wasserspiegel der Absaugstelle liegt. Es wird hier gezeigt, wie man große Heber zur intermittierenden Wasserförderung ansaugt, die dann nach Erledigung ihrer Arbeit abreißen und nach einer bestimmten Zeit von neuem durch die kleinen Anlaßheber in Tätigkeit gesetzt werden. In dasselbe Kapitel gehört die Verwendung von Heberwehren zur Abführung überschüssiger Wassermengen aus dem Zuflußgerinne von Wasserkraftwerken, sowie als Ueberläufe und Notauslässe von Staubecken.

Der Schluß des Vortrages zeigte die Anwendung von selbstentlüftenden Heberfallrohren als Drehpunkte für bewegliche, schwimmende Heberleitungen, die zur Entschlammung von Talsperren und Hafenbecken geeignet sind. Der mit der Anwendung des selbstentlüftenden Heberfallrohres hier verbundene Vorteil liegt darin, daß die in dem Schlamm massenhaft enthaltenen Gase, die mit dem Hochsteigen aus dem Becken sich ausscheiden und dem Schlammabfluß zu stören geeignet sind, ohne weiteres ausgestoßen werden und danach bequem beseitigt oder zur nutzbringenden Verwendung aufgefangen werden können.

Im Anschluß an den Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Vogt machte Herr Dr.-Ing. Heyn (Stettin) an Hand einiger Lichtbilder noch einige ergänzende Mitteilungen über den von seiner Firma entwickelten patentierten selbsttätigen Heber (D.R.P. 1903):

Die Entlüftung des Hauptthebers erfolgt hier durch eine geringe Ueberstauung seiner Ueberlaufkrone, und zwar dadurch, daß der überlaufende Wasserstrahl, der sogenannte Erregerstrahl, sinngemäß und zweckentsprechend geführt ist. Der Erregerstrahl reißt die Heberinnenluft in Gestalt von Luftblasen in die untere den Heber abschließende Haltung hinein und um die Auslaufkante herum ins Freie. Die dadurch entstehende Luftverdünnung hat zur Folge, daß die Außenluft mehr Wasser in den Heber hineindrückt und daß der Erregerstrahl verstärkt wird und damit seine Wirkung. So entlüftet sich der Hauptheber allein ohne besonderen kleinen Hilfsheber rascher als mit ihm und mit einer geringeren Ueberstauung, einer geringeren Schwankung des Oberwasserspiegels.

Die weitere Entwicklung zielte darauf hin, erstens diese geringe Ueberstauung der Ueberlaufkrone, die sogenannte Anspringtoleranz, noch weiter einzuschränken, und zweitens auch die unangenehme während des Heberarbeitens auftretende Erhebung des Oberwassers, die sogenannte Betriebstoleranz, zu beseitigen. Das erste erreichte die Firma Heyn (Stettin) durch die Ausbildung der Ueberlaufkrone nach einer Zickzacklinie D.R.P.; die Stärke und damit die Wirksamkeit des sich hinter dieser Zickzackkrone bildenden Erregerstrahls

Digitized by Google

beträgt das Mehrfache von der Ueberstauung des Zickzackbleches durch das Oberwasser.

Die Erhebung des Oberwassers während des Heberarbeitens liefert die Druckhöhe für die Erzeugung der vermehrten Eintrittsgeschwindigkeit im Hebereinlauf. Diese Betriebserhebung ist meistens viel größer als die für das Aufpumpen erforderliche; sie in den Grenzen der geringen Anspringtoleranz zu halten, wird durch eine vor dem Heber in genügendem Abstand angeordnete Hilfssaugschnauze D.R.P. mit großem Einlaufquerschnitt und verhältnismäßig kleinerer Verbindungsleitung zum Hauptheber restlos erreicht.

Auch die Einstellbarkeit des ortsfesten Eisenbetonhebers für beliebig verschiedene Oberwasserspiegel ist der Firma Heyn (Stettin) gelungen: in dem luftdichten Behälter der Hilfssaugschnauze können senkrechte Rohre beliebig auf und ab bewegt werden, deren Unterkante als Saugschnauze den jeweilig gewünschten Stau des Oberwassers regeln.

(W. 994.) Li.

Herr Geheimer Baurat Eger äußert sich zum Vortrag:

Der Vortrag beschäftigte sich hauptsächlich mit den Heberanlagen zur Verbindung von Grundwasserbrunnen für die Wassergewinnung, ferner zur selbsttätigen Haltung des Wasserspiegels hinter Stauwerken und Talsperren, zur Leerung von hochliegenden Bau- oder Tongruben und dgl. nach einem Vorfluter, von dem sie durch einen Höhenzug getrennt sind, und mit Einrichtungen zur Entlüftung und Selbstentlüftung solcher Heber. Ergänzt wurden diese Mitteilungen durch die Vorführung des Heyn'schen Wasseregels mit Ausführungsbeispielen durch den Sohn des Erfinders.

Es gibt aber noch eine Reihe anderer Anwendungen des Hebers im Wasserbau, deren Erwähnung zur Vervollständigung des Bildes gehört. Es sind dies u. a.:

1. Die Verwendung des Hebers an Stelle von Dükern bei der Durchführung von mit eigenem Gefälle fließenden Kanälen oder Rohrleitungen über Wasserläufe und andere Einschnitte, wie beispielsweise beim Anschluß der Entwässerung bebauter Inseln an das Kanalnetz des gegenüberliegenden Ufergeländes. Eine solche Anlage ist im Jahre 1885 zur Entwässerung der Sandinsel in Breslau ausgeführt und im „Gesundheits-Ingenieur" vom 15. Dez. 1886 von mir veröffentlicht. Ebenso die dabei verwandte Vorrichtung zur selbsttätigen Entlüftung dieses Hebers, die auch nach dem Zusatzpatent Nr. 39007, Kl. 59 so ausgeführt werden kann, daß die im Heberscheitel sich sammelnden Gase ohne Ejektor durch eintretendes Wasser entfernt werden.

2. Der von Professor Hotopp erfundene Heber zur Füllung und Entleerung der Schleusenkammern ohne Umläufe und Torschütze. (S. Dr.-Ing. Havestadt, über die Verwendung von Heberverschlüssen bei Kammerschleusen 1908.)

3. Das Hebersiel des Regierungs- und Baurats Abraham, welches durch einen selbstentlüftenden Hilfsheber bei bestimmten Wasserständen zur Ent- oder Bewässerung von Poldern selbsttätig in Wirksamkeit tritt. (S. Engels, Handbuch des Wasserbaues 1914, Bd. I, S. 837.) (W. 110)

Über Grundwasserbewegung.

Von Professor Dr.-Ing. J. Kozeny in Wien, Hochschule für Bodenkultur.

(Fortsetzung aus Heft 5, Seite 70.)

Die Erfahrung zeigt, daß d_1 mindestens mit $2-4\,\mu = 0{,}002-0{,}004$ mm gewählt werden soll. Teilchen von dieser Größe beginnen bereits die Brownsche Molekularbewegung zu zeigen.[2]) An einigen folgenden Beispielen soll die Berechnung praktisch erläutert werden. Nach Untersuchungen von Krüger ergaben sich folgende Bodenanalysen:

d mm	0,00/0,01	0,01/0,05	0,05/0,1	0,10/0,20	0,20/0,50	0,50/1,00	1,00/2,00
Sand a	0,4%	0,2	19.7	68,8	9,9	0,8	0,2%
Sand b	0,2%	0,1	0,2	3 2	56,8	27,5	12,0%

Es ergibt unsere Rechnung für Sand a

$$\frac{\Delta g_2}{d_2'} = \frac{\frac{1}{0{,}01}+\frac{1}{0{,}05}}{2}\cdot 0{,}002 = 0{,}12\ \text{mm}^{-1} \qquad \frac{\Delta g_5}{d_5'} = \frac{\frac{1}{0{,}2}+\frac{1}{0{,}5}}{2}\cdot 0{,}099 = 0{,}347$$

$$\frac{\Delta g_3}{d_3'} = \frac{\frac{1}{0\,05}+\frac{1}{0{,}1}}{2}\cdot 0{,}197 = 2{,}455 \qquad \frac{\Delta g_6}{d_6'} = \frac{\frac{1}{0{,}5}+\frac{1}{1}}{2}\cdot 0{,}008 = 0{,}012$$

$$\frac{\Delta g_4}{d_4'} = \frac{\frac{1}{0{,}1}+\frac{1}{0{,}2}}{2}\cdot 0{,}688 = 5{,}16 \qquad \frac{\Delta g_7}{d_7'} = \frac{\frac{1}{1}+\frac{1}{2}}{2}\cdot 0{,}002 = 0{,}0015$$

Hierzu kommt noch $\frac{\Delta g_1}{d_1'}$ vom Intervall 0—d_1. Wir verteilen $\Delta g_1 = 0{,}004$ linear im ersten Intervall; dann kommt auf die Teilchen mit $d < 0{,}0025$ mm der Gewichtsanteil

$$\frac{\Delta g_1}{4} = 0{,}001$$

für $d = 0{,}01-0{,}005$ mm $\frac{\Delta g}{d} = \frac{\frac{1}{0{,}01}+\frac{1}{0{,}005}}{2}\cdot 0{,}002 = 0.3\ \text{mm}^{-1}$

für $d = 0{,}005$ bis $0{,}0025$ mm ebenfalls $\frac{\Delta g}{d} = 0{,}3\ \text{mm}^{-1}$ und für

$$d < 0{,}0025\ \text{mm}\quad \frac{3\Delta g}{2d} = \frac{0{,}003}{0{,}005} = 0{,}6\,\text{mm}^{-1}$$

so daß

$$\frac{1}{d_w} = \sum_2^n \frac{\Delta g}{d'} + \frac{\Delta g_1}{d_1'} = 8{,}0955 + 2\cdot 0\cdot 3 + 0{,}6 = 9{,}295\ \text{mm}^{-1}$$

also ist $d_w = \frac{1}{9{,}295} \sim 0{,}107$ mm, während nach Krügers Vorschrift $d_w = \frac{6(1-p)}{0}$ mit $0 = 272$ cm² pro cm³ und $p = 0{,}32$ (Versuch I) $d_w \sim 0{,}15$ mm ergab. Hingegen ist nach Hazens Vorschrift $d_w = 0{,}11$ mm.

Für Sand b) ergaben sich folgende Werte

$$\frac{\Delta g_2}{d_2'} = 0{,}6\,\text{mm}^{-1} \qquad \frac{\Delta g_5}{d_5'} = 1{,}988$$

$$\frac{\Delta g_3}{d_3'} = 0{,}03 \qquad \frac{\Delta g_6}{d_6'} = 0{,}4125$$

$$\frac{\Delta g_4}{d_4'} = 0{,}24 \qquad \frac{\Delta g_7}{d_7'} = 0{,}09$$

$\Delta g_1 = 0{,}002$ und wir verteilen wieder linear im ersten Intervall 0—0,01 mm, so sind $\frac{\Delta g_1}{4} = 0{,}0005\,\%$ Körner mit $d < 0{,}0025$ mm und es ist für

$$d = 0{,}01 - 0{,}005\ \text{mm}\quad \frac{\Delta g}{d} = \frac{0{,}001}{2}\cdot\left(\frac{1}{0{,}01}+\frac{1}{0{,}005}\right) = 0{,}15\,\text{mm}^{-1}$$

und für

$$d = 0{,}005 - 0{,}0025\ \text{mm}\quad \frac{\Delta g}{d} = 0{,}15\ \text{mm}^{-1}$$

[2]) Krüger, Die Grundwasserbewegung, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1918, Band VIII.

Digitized by Google

für

$d < 0{,}0025$ mm $\quad \frac{3\Delta g}{2d} = \frac{0{,}0015}{0{,}005} = 0{,}3\ \text{mm}^{-1}$

$$\frac{1}{d_w} = \sum_{2}^{7} \frac{\Delta g_n}{d_n'} + 2 \cdot 0{,}15 + 0{,}3 = 3{,}3605 + 0{,}30 + 0{,}3 =$$

$3{,}9605\ \text{mm}^{-1}$ und $d_w = \frac{1}{3{,}9605} \sim 0{,}252$ mm

Nach Krüger (Versuch VIa) ist

$$d_w = \frac{\cdot(16-p)}{0} \quad \frac{6(1-0{,}37)}{108} = 0{,}35 \text{ mm}$$

Hingegen ist nach Hazen $d_w = 0{,}23$ mm.

Nach Krüger ergeben sich stets zu kleine Oberflächen, bzw. zu große wirksame Korndurchmesser, weil für jede Korngruppe der mittlere Durchmesser eingeführt wurde. Letzteres widerspricht aber den Bedingungsgleichungen 13f).

Nachdem zwischen den nach Hazen und den nach unserer Rechnungsweise bestimmten wirksamen Korndurchmessern kein wesentlicher Unterschied sich zeigte, wurde die Auswertung der Krügerschen Versuche nach der Gleichung 13e) mit Einsetzung des Hazenschen wirksamen Korndurchmessers vorgenommen. Die Ergebnisse der Rechnung sind sehr befriedigend und es wurden dieselben zusammen mit jenen nach den Gleichungen von Hazen und Krüger zum Vergleiche in untenstehender Tabelle zusammengestellt.

Aus der Tabelle ersehen wir, daß die wirksamen Korndurchmesser $d_w = \frac{6(1-p)}{0}$ weitaus größer sind, als jene nach der Hazenschen Vorschrift, weil die Oberfläche 0 infolge Einführung des gewöhnlichen mittleren Korndurchmessers der Gruppe zu klein bestimmt worden ist. Aus unserer Konstruktion (Abbildung 1) entnehmen wir, daß der Fehler um so bedeutender wird, je kleiner der durchschnittliche Korndurchmesser der Gruppe ist, weshalb letztgenannten Gruppen ein ganz besonderes Augenmerk gewidmet werden soll. Die Abweichungen unserer Rechnungsergebnisse zeigen, daß wir so ziemlich an der Grenze der Berechnungsmöglichkeit angelangt sind. Denn wir dürfen nicht vergessen, daß schon die Formzahl c_1 allein zwischen den Grenzen 0.50 (Kreis) und 0,66 (Streifen) schwankt, also schon durch diesen Umstand allein ein Fehler von etwa 26—31% gemacht werden kann.

Wir können nun zur Behandlung einer für die Pflanzenernährung wichtigen Erscheinung übergehen zum kapillaren Aufstieg des Bodenwassers.[3]) Nach den früheren Darlegungen ist

$$\frac{f}{u} = \frac{p}{0} \quad v = \frac{d_w \cdot p}{6(1-p)}$$

Da für eine Bodensäule vom Querschnitt F

$$p = \frac{f}{F} \text{ so gilt auch } \frac{f}{u} = p \cdot \frac{F}{u} = \frac{p\, d_w}{6 \cdot (1-p)}$$

und $u = \frac{6 \cdot (1-p)}{d_w} \cdot F$

wobei u der gesamte Umfang des Porenquerschnittes einer lotrechten Bodensäule vom Querschnitt F sei. Auf das im Boden befindliche Wasser wirkt die kapillare Hubkraft P, die das Wasser emporhebt. Ihr entgegen wirkt das Gewicht G und der Widerstand W. Bezeichnen wir die Bewegungsgröße, nämlich Masse mal Geschwindigkeit, mit B, so ist bekanntlich die zeitliche Aenderung derselben gleich den wirkenden Kräften, also

$$\frac{dB}{dt} = P - W - G \quad \ldots\ldots\ldots (18)$$

Nun ist

$$B = \rho \cdot p \cdot F \cdot h \cdot \frac{dh}{dt} = \frac{\rho\, p\, F}{2} \frac{d^2 h^2}{dt} \quad \text{wo } \rho \text{ die Dichte sei}$$

also ist

$$\frac{dB}{dt} = \rho \cdot \frac{p}{2} \cdot F \cdot \frac{d\,h^2}{d\,t^2}$$

ferner ist

$$P \sim \sigma \cdot u = \sigma \cdot \frac{6\,(1-p)}{d_w} \cdot F$$

wobei σ die Oberflächenspannung mit 73 Dyn./cm eingesetzt werden soll.

Setzen wir wieder das Darcy-Poiseuillesche Gesetz voraus, daß

$$v \quad k \cdot J = \cdot K \cdot \frac{h_1}{l}$$

so beträgt die nötige Pressung zur Ueberwindung des Widerstandes

$$W = \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot f$$

oder wenn $l = h$ gesetzt wird, also $h_1 = \frac{v \cdot h}{k} = \frac{h}{k} \cdot \frac{dh}{dt}$

$$W = \frac{\rho \cdot g \cdot f}{2\,k} \cdot \frac{d\,h^2}{d\,t}$$

[3]) Siehe die Arbeiten von Kozeny und Zunker im Kulturtechniker 1924, sowie von Terzaghi, Erdbaumechanik 1925.

Nr.	Versuch	Geschwindigkeit v in m pro Tag bei 18° C und J = 0,25				d_w in mm nach Hazen	p	0 in cm² nach Krüger	Abweichungen des gerechneten v vom beobachteten in %			$d_w = \frac{6(1-p)}{0}$
		beobachtet	Hazen	Krüger	Kozeny				Hazen	Krüger	Kozeny	
1	IV	0,0058	0,006	0,037 [4])	0,0158	0,005	0,47	2143,5 [4])	+ 4	+ 638 [4])	+ 172	0 0148
2	III	0,86	0,76	0,63	0 922	0,055	0,40	480	— 12	— 27	+ 7,2	0,075
3	VIIIa	0,92	0 90	1,02	0,627	0,06	0,35	353	— 2	+ 11	— 31,9	0,11
4	II	1,08	1,41	1,38	0,864	0,075	0,34	315	+ 31	— 28	— 20,0	0,126
5	VIIa	1,13	0,90	0,78	0,881	0,06	0,38	396	— 20	— 31	— 22,0	0,094
6	VIII	1,29	0,90	1,26	0,881	0 06	0,38	330	— 30	— 6	— 31,7	0,113
7	VII	1,40	0,90	0,69	0,438	0,06	0,32	408	— 36	— 50	— 68,7	0,1
8	I	1,78	3,03	1 56	1,472	0,11	0,32	272	+ 70	— 12	— 17,4	0,15
9	Va	4,73	13,21	8,17	4 99	0,23	0,30	115	+ 180	+ 73	+ 5 5	0,365
10	VIa	6,24	13,21	11,42	11,59	0.23	0,37	108	+ 112	+ 84	+ 85,7	0,35
11	V	18,93	13,21	11,75	10,37	0,23	0,36	105	— 30	— 38	— 45,2	0,366
								Summe der Abweichungen	+ 397	+ 806	+ 270,4	
									— 130	— 192	— 236,9	

[4]) In der zitierten Krügerschen Arbeit ist ein Druck- oder Rechenfehler.

Digitized by Google

und da $k = \frac{\alpha \cdot p^3}{(1-p)^2} \cdot d_w^2$ wo $\alpha = \frac{0{,}6}{36 \cdot 2 \cdot \mu} = \frac{1}{120\,\mu}$

so gilt $$W = \frac{\varrho \cdot g \cdot F \cdot (1-p)^2}{2\,\alpha \cdot p^2 \cdot d_w^2} \cdot \frac{d\,h^2}{d\,t}$$

Weiter ist $G = p \cdot h \cdot F \cdot \varrho \cdot g$.

Durch Einsetzen dieser Werte in 18) erhalten wir

$$\varrho\, p\, \frac{F}{2} \frac{d^2h^2}{dt^2} = \frac{6\,\sigma \cdot F \cdot (1-p)}{d_w} - \frac{\varrho \cdot g \cdot F \cdot (1-p)^2}{2\,\alpha \cdot p^2 \cdot d_\omega} \cdot \frac{dh^2}{dt} - (19)$$

$$- p\,h \cdot F\,\varrho \cdot g \text{ oder}$$

$$\frac{d^2h^2}{dt^2} + \frac{g\,(1-p)^2}{\alpha \cdot p^3 \cdot d_w^2} \cdot \frac{d\,h^2}{dt} - \frac{12\,\sigma\,(1-p)}{\varrho\, p\, d_w} = -2\,g\,h$$

Setzen wir $\frac{g}{\alpha\, d_w^2} \cdot \frac{(1-p)^2}{p^3} = a$, $-\frac{12\,\sigma}{\varrho\, d_w} \cdot \frac{(1-p)}{p} = b$

und $-2g = c$ so gilt

$$\frac{d^2h^2}{dt^2} + a\,\frac{d\,h^2}{dt} + b = c\,h \quad \ldots . (20)$$

Vernachlässigen wir das Quadrat der sehr kleinen Geschwindigkeit $\left(\frac{dh}{dt}\right)^2$ so gilt $\frac{d^2h^2}{dt^2} + a\,\frac{dh}{dt} + \frac{b}{2h} - \frac{c}{2} = 0 \ldots (21)$

Für den Zustand des Gleichgewichts gilt dann

$$\frac{b}{c} = H = \text{kapillare Steighöhe}$$

also kann 21) auch geschrieben werden

$$\frac{d^2h}{dt^2} + a\,\frac{dh}{dt} + \frac{b}{2\,H}\left(\frac{H}{h} - 1\right) = 0 \ldots . (22)$$

Die Lösung von 22) lautet (wieder bei Vernachlässigung des Gliedes mit dem sehr kleinen Geschwindigkeitsquadrat)

$$t + \frac{1}{a} \cdot \left(e^{-at} - 1\right) = 2H\frac{a}{b}\left\{h - H \cdot \lg \text{nat}\left(\frac{H}{H-h}\right)\right\} \quad (23)$$

Wie schon erwähnt, ist die größte kapillare Steighöhe H die in der Zeit $t = \infty$ erreicht wird,

$$H = \frac{b}{c} = 6 \cdot \frac{(1-p)}{p} \cdot \frac{\sigma}{\varrho \cdot g \cdot d_w} = \frac{0{,}446}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{d_w} \quad \ldots (24)$$

wenn die Porenziffer $\varepsilon = \frac{p}{1-p}$ eingesetzt wird. Die Rechnungsergebnisse der Gleichung 24) wurden mit den Beobachtungen bzw. Angaben von Atterberg[5], Wollny[6] und Lüdecke[7] verglichen und die Zahlenwerte in folgender Tabelle zusammengestellt.

Korndurchmesser cm	p Porenvolumen nach Atterberg	ε Porenziffer	d_w cm	Beobachtungen bzw. Angaben der kapill. Steighöhe H in cm			H berechnet nach Gl. 24
				Atterberg	Wollny	Lüdecke	
0,5—0,2	40,4	0,68	0,305	2,5			2,18
0,2—0,1	40,4	0,68	0,139	6,5	5.9 nach 11Tagen		4,74
0,1—0,05	41,8	0,72	0,069	13,1 nach 4 Tagen	10,1 nach 1Tagen	ca. 10	8,97
0,05—0,025		ca. 0,68	0,035		18,1 nach 11Tagen	ca. 26	18,7
0,05—0,02	40.5	0,68	0,031	24,6 nach 11Tagen			21,1
0,02—0,01	40,4	0,68	0,014	42,8			44,07
0,01—0,005	41,0	0,70	0,0069	105,5		ca. 80	92,30
0,005—0,002	41,0	0,70	0,0031	200			205,5

(W. 689.) (Fortsetzung folgt.)

[5] Atterberg, Studien auf dem Gebiete der Bodenkunde, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 1918, Bd. LXIX, S. 96 u. 97

[6] Wollny, Forschungen d. Agr.-Phys. 7, 270, 1884

[7] Lüdecke, Kulturtechniker 1909, Jahrgang XII, S. 120.

Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle für drucklose Kraftwasserleitungen.

Von Oberbaurat R. Jacobi, Schäßburg, Siebenbürgen (Rumänien). (Schluß aus Heft 5, Seite 74.)

Hierzu ein Beispiel:

Es sei $p = 4000$ kg/m², dann ist $a = 0{,}00001 \cdot p + 0{,}03 = 0{,}07$

für $D = 300$ cm wird $d = 0{,}07 \times 300 = 21$ cm

$f_e = 0{,}05 \cdot d + 0{,}5 = 11$ cm², $c \sim 1{,}5$ cm;

$$M = \frac{p \cdot D^2}{16} = 225000 \text{ kg cm}$$

$$x = \frac{n \cdot f_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot (d-e)}{n \cdot f_e}} - 1\right)$$

$$= \frac{15 \cdot 11}{100} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{200 \cdot 19{,}5}{15 \cdot 11}} - 1\right) = \ldots 6{,}5$$

$$\sigma_b = \frac{2\,M}{b \cdot x\left(d - e - \frac{x}{3}\right)} = \frac{2 \cdot 225000}{100 \cdot 6{,}5 \cdot 17{,}3} = 40 \text{ kg cm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{M}{f_e\left(d - e - \frac{x}{3}\right)} = \frac{225000}{11 \cdot 17{,}3} = 1182 \text{ kg cm}^2$$

Der Betonringquerschnitt ergiebt sich dann zu $f_r = D^2 \cdot [a + a^2] \cdot \pi$

f_r const. D^2 und ebenso f_e const. D^2 . . (5)

Die gesamte Betonkubatur des Rohres ist nun

$q = f_r \cdot L$ = const. $\cdot L \cdot D^2$.

Es soll q ein Minimum werden.

Wir fanden in Glchg. (3) . . . $D = \left[\frac{Q}{33\left(\frac{L\,I_2 - H}{L}\right)^{\frac{1}{2}}}\right]^{\frac{2}{5}}$,

daher $q = c_1 \cdot L \cdot \left[\frac{Q}{33\left(\frac{L\,I_2 - H}{L}\right)^{\frac{1}{2}}}\right]^{\frac{4}{5}}$ $q = c_1 \cdot \left[\frac{Q}{33}\right]^{\frac{4}{5}} \cdot \frac{L^{\frac{7}{5}}}{(L\,I_2 - H)^{\frac{2}{5}}}$ $c_1 \cdot c_2 \cdot \frac{L^{\frac{7}{5}}}{(L\,I_2 - H)^{\frac{2}{5}}}$;

wenn q ein Minimum wird, wird auch q^5 ein Minimum,

daher $q^5 = \frac{L^7}{(L\,I_2 - H)^2}$

$$\frac{dq^5}{dL} = \frac{(L\,I_2 - H)^2 \cdot 7 \cdot L^6 - L^7 \cdot 2 \cdot (L \cdot I_2 - H) \cdot I_2}{(L\,I_2 - H)^4}$$

$$\frac{7 \cdot L^6 (L I_2 - H) - 2\,L^7 \cdot I_2}{(L\,I_2 - H)^3} = L^6 \cdot \frac{7 \cdot (L \cdot I_2 - H) - 2\,L \cdot I_2}{(L\,I_2 - H)^3}$$

$$L^6 \cdot \frac{7\,L\,I_2 - 7 \cdot H - 2\,L\,I_2}{(L\,I_2 - H)^3} \qquad L^6 \cdot \frac{5\,L \cdot I_2 - 7 \cdot H}{(L\,I_2 - H)^3}$$

q wird ein Minimum für $5LI_2 = 7 \cdot H$ oder $L = \frac{7}{5} \cdot \frac{H}{I_2}$ (6)

Aus $I_1 = \frac{L \cdot I_2 - H}{L}$ und $L = \frac{7}{5} \cdot \frac{H}{I_2}$ folgt ferner:

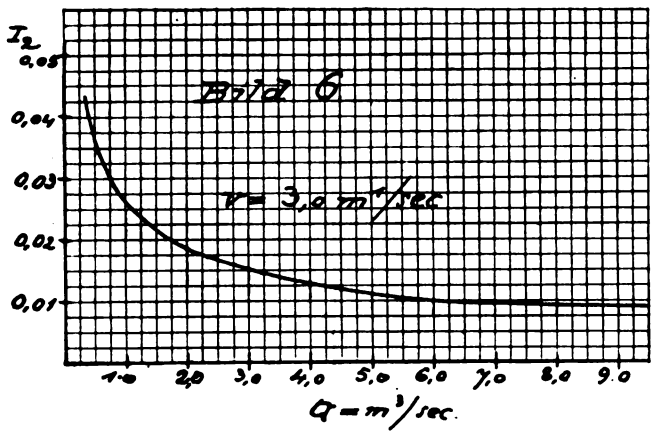
$$I_2 \quad I_2 - \frac{H}{L} \quad I_2 - H \cdot \frac{5\,I_2}{7\,H} \quad \ldots \quad \frac{2}{7} \cdot I_2 = 0{,}2857 \cdot I_2 \quad . (7)$$

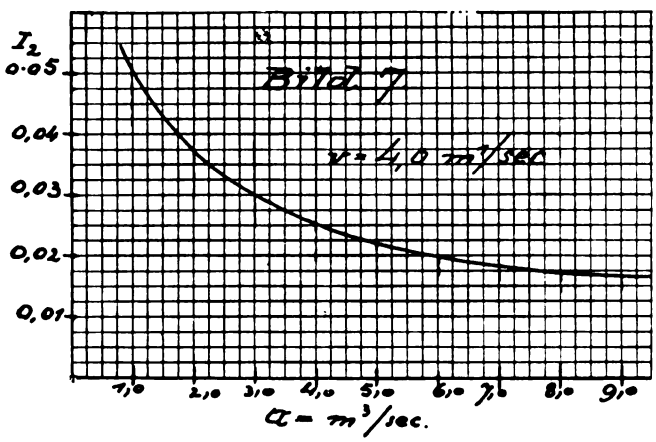
das heißt:

Für die gegebene Turbinenleistung $N = \frac{Q \cdot H \cdot \eta \cdot 1000}{75}$

muß das Kanalgefälle eines kreisförmigen Betonrohres = dem 0,2857fachen des für die zu untersuchende Strecke als kon-

Digitized by Google





stant anzunehmenden Wildbachgefälles angenommen werden, wenn die Betonkubatur [Eiseneinlagen, auch Erdarbeit] des Rohres ein Minimum werden soll.

Dieser Satz, der unter der angeführten Voraussetzung eines gegebenen Q, H und I_2 allgemeine Gültigkeit hat, wird praktisch dadurch eine Einschränkung erfahren müssen, daß die Geschwindigkeit v im Rohrprofil ein gewisses Maximum nicht überschreiten darf.

Wir fanden in 2 . . . . $v = 42{,}84 \cdot \sqrt{D} \cdot \sqrt{I_1}$ und

in 3 . . . . $D = \left[\frac{Q}{33 \cdot I_1^{\frac{1}{2}}}\right]^{\frac{2}{5}}$

daher

$$v = \frac{42.84}{33^{\frac{1}{5}}} \cdot \frac{I_1^{\frac{1}{2}} \cdot Q^{\frac{1}{5}}}{I_1^{\frac{1}{10}}} = 21{,}29 \cdot Q^{\frac{1}{5}} \cdot I_1^{\frac{2}{5}}$$

Setze für $I_1 = 0{,}285714 \cdot I_2$

$$v = 12{,}899 \cdot Q^{\frac{1}{5}} \cdot I_2^{\frac{2}{5}} \sim \ldots . 13 \cdot Q^{\frac{1}{5}} \cdot I_2^{\frac{2}{5}} \quad \ldots (8)$$

Nachstehend die graphische Darstellung für v = 3,0 m/sec in Bild 6 bzw. für v = 4,0 m/sec in Bild 7, also für maximale Geschwindigkeiten, wie sie bei mit Glattstrich versehenen Betonröhren bei geringer Sandführung noch zulässig wären.

Aus Bild 6 ist z. B. ersichtlich, daß bei einem Wildbachgefälle $I_2 = 0{,}0128 \ldots$ Q nicht größer als 4,0 m³/sec sein darf, wenn die Formel $I_1 = 0{,}2857 \cdot I_2$ Gültigkeit haben soll, da sonst v > 3,0 m¹/sec werden würde.

Genau genommen müßte hier berücksichtigt werden, daß v_{max} u. Q_{max} beim Kreisprofil nicht zusammenfallen, indem ersteres

für $\beta = 102° 30'$, letzteres für $\beta = 52°$ eintritt (s. Bild 4.)

Es ist für $\beta = 102° 30'$ . . . . $v = 0{,}552 \cdot \lambda \cdot \sqrt{D \cdot I_1}$

und für $\beta = 52°$ . . . . $v = 0{,}536 \cdot \lambda \cdot \sqrt{D \cdot I_1}$

Das tatsächliche v_{max} verhält sich also zu dem hier untersuchten v etwa wie 55 : 54. Es dürfte daher Gleichung 8 praktischen Bedürfnissen bei der hier angestrebten Genauigkeit genügen.

*

Die vorliegenden Untersuchungen können bei Rohrdurchmessern von 50 bis 500 cm, also in ziemlich weiten Grenzen, Anwendung finden, die Vorformel d = a · D ist für alle praktischen Werte von p = 1000 bis p = 5000, also ebenfalls in weitem Rahmen anwendbar. (W. 791.)

Nomogramm zur Forchheimer-Formel.[1]

Von Ing. Karl Grün, Laibach (Ljubliana).

Zur Bestimmung der notwendigen Strömungsquerschnitte in Gerinnen oder Rohren entsprechend dem verfügbaren Relativgefälle und umgekehrt wurden meist die Formel von Ganguillet und Kutter oder auch die „kleine" Kutter-Formel bzw. die mit letzterer im Aufbau übereinstimmende neuere Bazin-Formel verwendet. Allen diesen haftet der Nachteil an, daß sie nicht logarithmierbar sind; jede Zahlenrechnung, aber auch jede ihre graphische Darstellung, wird dadurch schwerfällig. Diesen Nachteil vermeidet die Potenzformel $v = \lambda R^x i^y$; insbesondere ist die von Forchheimer aufgestellte Formel zu empfehlen, $v = \lambda R^{0,7} \cdot i^{0,5}$, nachdem für λ die Reziprokwerte des Kutter'schen Rauhigkeitsbeiwertes „n" zu verwenden sind (vgl.: Forchheimer, „Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben usw.", Berlin 1923).

In dieser Zeitschrift wurden bereits verschiedene graphische Darstellungen der Potenzformel gebracht. Die von Eisner und Zimmermann im Jahrgang 1924, H. 6, S. 71 und 72 gebrachte hat den Vorteil, daß sie für x und y der Potenzformel keine bestimmte Annahmen zu machen verlangt; da sie aber das Zeichnen von punktweise bestimmten Kurven erfordert, ist eine bedeutende Fehlerquelle vorhanden. Nur mit geraden Linien arbeitet Kreitmeyer, Jahrg. 1924 dieser Z., H. 19, S. 349, wobei aber nur ein bestimmtes Wertepaar von x und y (gemäß der Forchheimer-Formel x = 0,7; y = 0.5) berücksichtigt wird: durch Benützung logarithmischen Maßstabes werden die i-const-Linien wie auch die R-const-Linien zu Geraden.

Schreibt man $v\lambda^{-1} \quad R^{0,7}\, i^{0,5}$, so ist deutlich erkennbar, daß man zwei Produkte gleich einer Größe zu setzen hat (deren Wert natürlich nicht interessiert), womit der typische Fall einer Fluchtlinientafel für den funktionalen Zusammenhang zwischen 4 veränderlichen Größen gegeben ist (vergleiche „Der praktische Maschinenkonstrukteur" 1924, H. 24 und 25, Winkel: Der Aufbau der Leitertafeln). Ueber die Bestimmung der Maßstäbe, Entfernungen zwischen den einzelnen Leitern braucht hier nichts mehr gesagt werden, das ist in der zitierten Stelle ausführlich entwickelt. Die zwei strichlierten Geraden geben an, wie die Tafel zu gebrauchen ist. Entsprechend der Form $v\lambda^{-1} = R^{0,7}\, i^{0,5}$ gehören die zwei äußeren bzw. zwei inneren Geraden stets zusammen. Es sei gegeben: R = 0.75 m, v = 0.8 m/sec, λ = 45 (entsprechend n = 0,0222 rohes Bruchsteinmauerwerk), so findet man durch Verbindung von v = 0.8 mit λ = 45; drehen der Geraden um den Schnittpunkt mit der Zapfenlinie bis durch R = 0,75 : i = 0.48‰. Die Bezifferung für i konnte natürlich gleich in Promille erfolgen. Ebenso kann die Tafel für jede andere Rechnung mit der Forchheimer-Formel verwendet werden. Handelt es sich z. B.

[1] Eingegangen am 29. Dezember 1926, vor Veröffentlichung des Aufsatzes von Herrn Dr. Sitte (Heft 23 und 24 vorigen Jahres).
Die Schriftleitung.

Digitized by Google

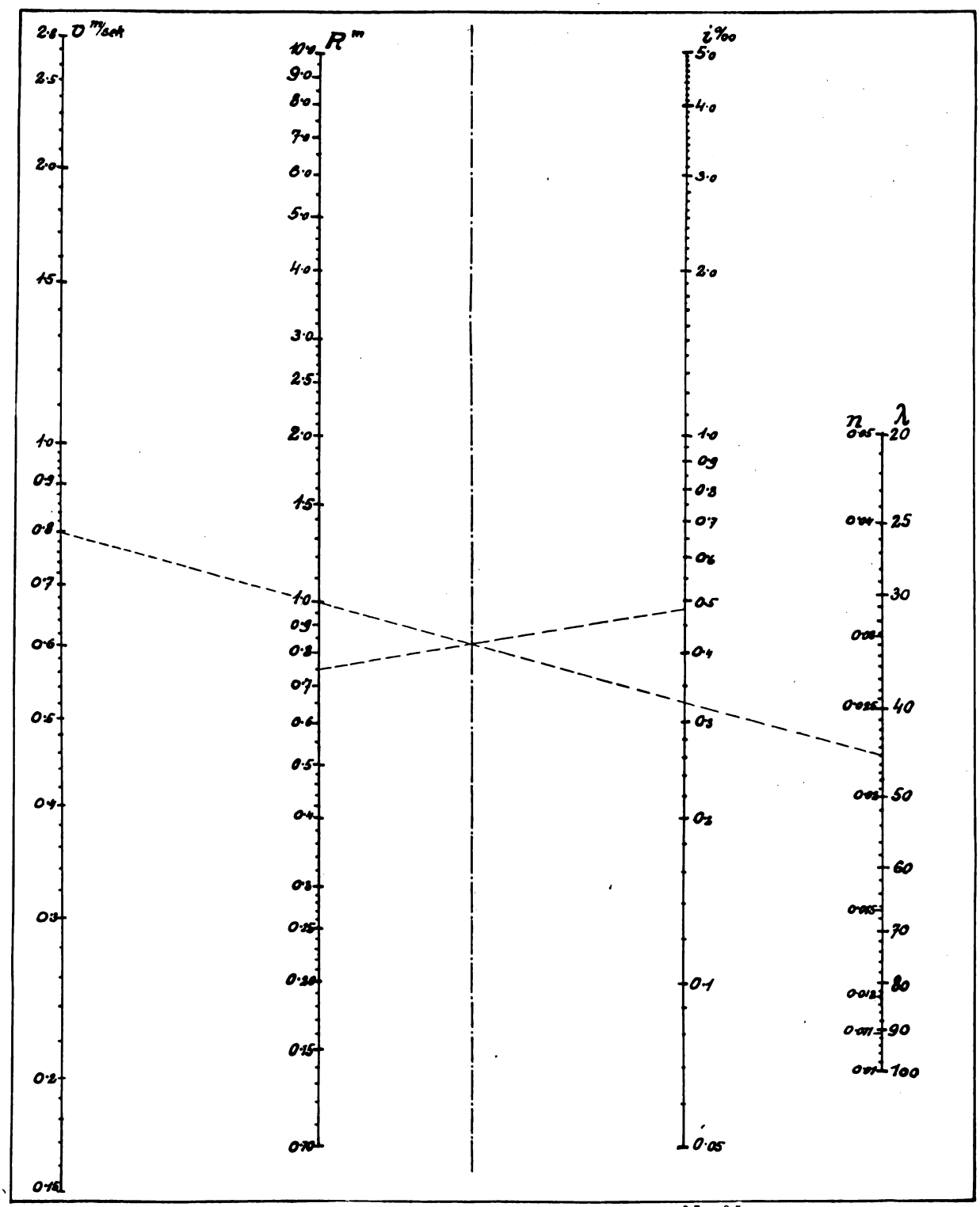


Abb. 1. Nomogramm zur Forchheimer'schen Formel $v = \lambda \cdot R^{0,7} \cdot i^{0,5}$.

um die Bestimmung des Konstantwertes $\varepsilon = \frac{L}{\lambda^2 R^4}$ für Wasserschlossrechnungen nach Mühlhofer, Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1924, S. 393 u. ff., so braucht man nur zu schreiben $\sqrt{L} = \lambda R^{0,7} \varepsilon^{0,5}$ um zu erkennen, daß man den Wert von ε bzw. von $\varepsilon, 10^{2n}$ in Promille auf der i-Leiter erhält, wenn man auf der v-Leiter mit $\sqrt{L}$ bzw. $10^{n}\sqrt{L}$ die oben beschriebene Handhabung der Tafel beginnt.

Nur zum Diagramme selbst noch zwei Bemerkungen. Da mancher vom Rechnen mit der Kutter'schen Formel mit den n-Werten besser vertraut ist, als mit den λ-Werten, kann die λ-Leiter noch eine zweite Bezifferung nach n erhalten. Für kleine Werte von i und große von R, wie sie mit Kanälen großer Abmessungen erreicht werden, bzw. bei großen Werten von i, wie sie bei Rohrleitungen mit kleiner lichter Weite, insbesondere bei hohen Wassergeschwindigkeiten, notwendig werden, ist die gebrachte Tafel nicht mehr ausreichend, bzw. gibt sie auf der Zapfenlinie schon so flache Schnitte, daß die Genauigkeit zu stark leiden würde. Damit soll gesagt sein, daß man die Erweiterung der Leitern für größere und kleinere Werte von R, i bzw. nach oben für v (die für λ ist unter allen Verhältnissen ausreichend) nur dann durchführen soll, wenn man auch den Abstand zwischen den Leitern vergrößert.

Laibach, 15. Nov. 1926. (W. 897.)

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Fragen der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Im Polytechnischen Verein und den befreundeten technischen Vereinen Münchens führte am 28. Februar 1927 Oberingenieur Gercke folgendes aus:

Die Entwicklung des Elektrizitätsverbrauches in Deutschland muß sich notwendigerweise dem höheren Verbrauch je Einwohner anderer Länder annähernd anpassen. Zur Befriedigung dieses Bedarfs können Kohle und Wasserkräfte herangezogen werden. Für die Entscheidung, was in jedem Falle vorzuziehen, sind u. a. maßgebend die Anlagekosten, bei welchen auch erwähnt werden muß, daß sich die neuesten Großdampfkraftwerke unter Anwendung aller wärmetechnischen und sonstigen Errungenschaften zur Erreichung höchsten Wirkungsgrades bis auf etwa RM. 400 je kW (Kraftwerk Gerthe) stellen. Häufig werden in Vergleichsrechnungen niedrige Zahlen für Dampfkraftwerke angeführt, welche das Bild fälschen. Als günstigster Wärmeverbrauch ergeben sich von 100000 kW Zentralenleistung erfahrungsgemäß etwa 4200 WE/kWh = etwa 0,6 kg Kohle; im Mittel ist bei 50000 bis 100000 kWh mit 7000 bis 5000 WE zu rechnen. Besonders betonte der Vortragende die energiewirtschaftliche wichtige Frage der Spitzendeckung und unterscheidet zwischen der Dauergrundlast (konstant über 24 Stunden) der darüber gelagerten Grundbelastung zweiter Ordnung mit einer täglichen Dauer von etwa 8 bis 16 Stunden und endlich den kurzzeitigen betrieblich unangenehmen Spitzen von nur wenigen Stunden Dauer, welche beim Dampfkraftbetrieb den mittleren Wirkungsgrad so außerordentlich verschlechtern. Ist doch zum Aufheizen der Kessel mit etwa 27 000 WE je m² Heizfläche zu rechnen, welcher Wärmebetrag verloren ist, da der Beharrungszustand der Kessel erst nach 7 bis 8 Stunden erreicht ist, während die Spitze nur einen Bruchteil dieser Zeit dauert. Für die Spitzendeckung sah der Vortragende die beste Lösung in dezentralisierten Anlagen mit Verbrennungskraftmaschinen, wobei nach neuesten Entwürfen 10000 kW noch mit Dieselmaschinen bei 250 Umdrehungen erreicht werden können (zwei Maschinen von je 5000 kW mit zwischengeschaltetem Generator). Bei gelösten Kuppelungen läuft der Generator dauernd als Phasenschieber und je nach Spitzenbedarf wird einer oder beide Dieselmotoren in Betrieb genommen und gekuppelt. In der hydraulischen Speicherung von Dampfkraftenergie bzw. Braunkohlenenergie glaubte der Vortragende keine energiewirtschaftlichen Vorteile ersehen zu können. Die Spitzendeckungsanlagen sollten nach Meinung des Redners in allen größeren Städten im Zusammenhang mit den Umspannwerken errichtet werden, um auch bei Leitungsstörungen eingreifen zu können.

(Bezüglich der Spitzendeckungsfrage darf auf die wichtigen gegenteiligen Anschauungen über den wirtschaftlichen Nutzen einzelner Großwasserkraftspeicheranlagen, auch mit Pumpbetrieb,[1]) hinverwiesen werden. Die Belastung der Spitzenarbeit durch die Kapitalkosten der Fernleitungen sind wohl nicht so erheblich, da das Höchstspannungsnetz ja ohnehin vorhanden ist und nicht etwa nur zur Uebertragung der Spitzenarbeit dient, auf letztere also nur der Anteil am kWh-Betrag entfällt. Auch bezüglich der Sicherheit der Höchstspannungsleitungen gegen atmosphärische Störungen sind die Erfahrungen durchaus nicht ungültig.[2]) Es scheint, daß für die Errichtung der nach den Folgerungen des Vortragenden erheblichen Zahl von Wärmekraft-Spitzenwerken die dafür aufzuwendenden Kapitalkosten zusammengenommen auch keine Ersparnis gegenüber einigen zentralisierten großen Spitzendeckungswerken, insbesondere mit Wasserkraft bieten. Hingewiesen sei noch darauf, daß beim Vergleich der Verbrauchszahlen an elektrischer Arbeit je Einwohner zwischen den verschiedenen Ländern auch die wirklich vergleichbaren Werte verglichen werden müßten. Die viel gehörte Zahl von 162 kWh/Einwohner für Deutschland bezieht sich auf die reine Allgemeinversorgung, wogegen zum Beispiel die schweizerische Zahl von 700 kWh/Einwohner den Industrie- und Bahnverbrauch mit enthält und ohne denselben etwa 530 beträgt. Der Kopfverbrauch Deutschlands an Gesamtarbeit, einschließlich der Selbsterzeuger, beläuft sich auf etwa 600—700 kWh/Einwohner.

(W. 108) Die Schriftleitung.)

Das neue englische Elektrizitätsgesetz.

In England geht die Konzessionspflicht für die Errichtung öffentlicher Elektrizitätswerke bis zum Jahre 1882 zurück; die Konzession war vom Handelsamt mit Parlamentsbestätigung zu erteilen. Die englische Elektrizitätswirtschaft entwickelte sich nach der Richtung einzelner verhältnismäßig kleiner Anlagen eng begrenzten Wirkungskreises hin, so daß im Durchschnitt auf das einzelne Werk nur 44 Mio kWh Jahresarbeit entfallen und nur 13 Werke mehr als 100 Mio kWh jährlich lieferten. Zur Behebung der zersplitterten Entwicklung wurden im Jahre 1919 dann 13 Elektrizitätsbezirke im Lande unter „Elektrizitäts-Kommissaren" gesetzlich errichtet mit der Aufgabe, die Elektrizitätsversorgung zu rationalisieren. Da auf diese Weise die vielfachen Widerstände besonders der kommunalen Unternehmungen nicht aufzuheben waren, wurde durch einen im Jahre 1925 eingesetzten Ausschuß empfohlen, die Stromerzeugung in einer beschränkten Anzahl besonders ausgewählter und zum Teil neu zu errichtender Werke zu konzentrieren und die Verteilung in einem einheitlichen Höchstspannungsnetz unter Vereinheitlichung der verschiedenen Frequenzen und Spannungen durchzuführen. Das Gesetz kam Ende vorigen Jahres zur Annahme und schafft als höchste Instanz neben den für Konzessionsfragen bestehen bleibenden Elektrizitätskommissaren ein „Zentralelektrizitätsamt" aus acht vom Verkehrsminister im Einverständnis mit den Berufsverbänden zu ernennenden wirtschaftlich und politisch unabhängigen Mitgliedern. Das Zentralelektrizitätsamt hat einen Generalplan für die Landesversorgung auszuarbeiten, wofür etwa 43 der wirtschaftlichsten Werke ausgewählt und etwa 15 weitere Werke neu erbaut werden sollen. Die gesamte Erzeugung dieser Anlagen wird vom Zentralelektrizitätsamt aufgekauft und dem vom Amt zu betreibenden und nach seinen Plänen zu errichtendem Höchstspannungsnetz zugeführt. Die Betriebspläne der Werke werden ebenfalls von dem Amte aufgestellt. Die Kraftwerke müssen den Bedarf ihrer eigenen Gebiete vom Amt wieder zu ihren Selbstkosten zuzüglich eines die Unkosten des Amtes deckenden Aufschlages zurückkaufen; für die Strompreisbemessung sind besondere Vorschriften gegeben und Schiedsstellen vorgesehen.

Die Kosten für das Höchstspannungsnetz im vollen Ausbau werden auf 5 Milliarden Mark geschätzt, wovon zunächst etwa 670 Millionen Mark durch Ausgabe von Aktien aufgebraucht werden sollen.

Der Regierungsausschuß erwartet von diesen Maßnahmen in Zukunft eine wesentliche Verbilligung der Strompreise, welche heute im Durchschnitt 17 Pf./kWh betragen und bis zum Jahre 1940 sich auf 8 Pf./kWh ermäßigen sollen, wobei mit einer

[1]) Vgl. Maas: „Untersuchungen über die hydraulische Speicherung von Dampfkraftenergie", „Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26", S. 124; ferner den Bericht in dieser Zeitschrift, 1926, Heft 9, Seite 100.

[2]) Vgl. „Zuverlässigkeit der elektrischen Uebertragung". Diese Zeitschrift, 1926, Heft 22, Seite 275.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 9 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Dezbr. 1926 — 31. Januar 1927.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
125	**Götzinger Ache** Überleitung zum Schinderbach	Donau, Inn, Salzach	Kraftwerk Lebenau	Bez.-A. Laufen Reg.-Bez. Oberbayern	Kraftwerk Waginger-See A.-G.	8,00	34,00	2800	1200	Spitzenwerk Tagesspeicher mit 160 000 cbm Nutzinhalt bei 1,5 m Stauschwankung Turbinen	Allgemeine Elektriz.-Versorgung	Erweiterung des bestehenden Kraftwerkes Lebenau mit 2800 PS Ausbauleistung durch Überleitung von maximal 6,0 m³/sec aus der Götzinger Ache zum Zwecke der Erhöhung der mittleren Leistung. Erweiterung bereits im Gange.
126	**Unbenannter Quellbach** bei Feistenau	Donau, Inn, Salzach, Berchtesgadener Ache, Bischofswiesener Ache	Triebwerk bei Süssenbrunn	Bez.-A. Berchtesgaden Reg.-Bez. Oberbayern	Johann Kurz in Süssenbrunn, Gemeinde Strub	0,05	6,00	3	3	Laufwerk Turbine mit stehender Welle	Holzdrechslerei	Neubau
127	**Litzeldorfer Bach** Von der Ortschaft Litzeldorf 1 km aufwärts	Donau, Inn	Elektrizitätswerk Litzeldorf	Bez.-A. Kibling Reg.-Bez. Oberbayern	Elektrizitätsgenossenschaft Litzeldorf e. G. m. b. H.	0,05	124,5	67	48	Spitzenwerk Tagesspeicher Freistrahlturbine	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Neubau Siehe Berichtigung und Ergänzung
128	**Bogenbach** 0,070 km bis 0,120 km unterhalb der Brücke im Zuge der Bezirksstraße Bogen-Englmar	Donau	Triebwerk Stiglmeier bei Kohlwessen	Bez.-A. Bogen Reg.-Bez. Niederbayern	Franz Stiglmeier in Kohlwessen, Gemeinde Perasdorf	0,30	3,60	9	7	Laufwerk Oberschlächtiges Wasserrad	Sägewerk	Umbau Bereits im Gange
129	**Quellen** Ortsgebiet Hundsruck	Donau Kohlbach	Triebwerk in Hundsruck	Bez.-A. Deggendorf Reg.-Bez. Niederbayern	Heinrich Glasl in Hundsruck	0,01	90,20	9	3	Spitzenwerk Tagesspeicher mit 300 cbm Nutzinhalt Freistrahlturbine	Eigenversorgung	Neubau Bereits begonnen
130	**Wolfach** Zwischen Weng und Söldenau	Donau	Wengmühle	Bez.-A. Vilshofen Reg.-Bez. Niederbayern	Franz Haslinger in Weng, Gemeinde Söldenau	1,00	2,10	17	11	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle 1 unterschlächtiges Wasserrad	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung zweier Wasserräder gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{11\ PS_a}{7\ PS_m}$
131	**Main** Ortsgebiet Maineck	Rhein	Kunstmühle Maineck	Bez.-A. Lichtenfels, Reg.-Bez. Oberfranken	Heinkelmann in Maineck	3,92	1,85	73	70	Laufwerk 2 Francisenradturbinen mit stehender Welle	Mahlmühle und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung Bisherige Leistung $\frac{35\ PS_a}{35\ PS_m}$

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 16, 42, 44, 47, 57, 61, 64, 76, 77, 85, 94, 95, 103, 104, 109, 112, 114 und 115 mit zusammen 1513 PS wurden in Betrieb genommen.
Nr. 106 und 116 wurden in Bau genommen.
Nr. 92, wurde infolge Neuaufstellung des Entwurfes durch Nr. 127 überholt.
Nr. 51, Gesuch wurde zurückgezogen.

(W 987.

Digitized by Google

Zunahme von 110 kWh je Einwohner auf 500 kWh gerechnet wird. Diese Rechnungen erscheinen aber doch ziemlich fraglich und eine Verteuerung der elektrischen Arbeit dürfte zunächst mit Rücksicht auf die hohen Aufwendungen für die Zentralisierung unvermeidlich sein. Die Ergebnisse dieser, im Gegensatz zu unserer aus sich selbst heraus erfolgten und fortschreitenden, dort zwangsweise und plötzlich eingeführten Konzentration werden mit Interesse zu verfolgen sein. (W. 967.)

Frankreichs Elektrizitätswirtschaft.

Nach Feststellungen von Professor Achilles wird die aus den Verteilungsnetzen abgegebene Energie zu ⅔ aus Wärmekraftanlagen und nur zu ⅓ aus Wasserkraftanlagen gewonnen.

Dem weiteren Ausbau der Wasserkräfte steht die Schwierigkeit der Geldbeschaffung außerordentlich hindernd im Wege. Um den Wasserkraftausbau zu erleichtern, hat das Ministerium für öffentliche Arbeiten einen Gesetzentwurf aufstellen lassen über die Beschaffung eines Kontos zur Erleichterung des Ausbaues der Wasserkräfte. Das Konto soll auf die Dauer von 20 Jahren bestehen und durch eine Taxe von höchstens 5% des kWh-Preises für Lichtstrom aufgebracht werden. Man hofft aus dieser geringen Abgabe jährlich etwa 150 Millionen Franken einbringen zu können. (Schweizerische Wasserwirtschaft, Heft 1, nach Le Génie civil.) (W. 966.)

Der Ausbau des St. Lawrence-Stromes. Ein Projekt zur Ausnutzung der Wasserkraft des St. Lawrence-Stromes und die Errichtung einer Kraftzentrale mit einem Kostenaufwand von 60 Millionen Dollar, der eine zweite und vielleicht eine dritte folgen soll, befindet sich in den Händen einer amerikanischen Finanzgruppe aus Neuyork, Detroit und Ohio. Dieses Projekt gefährdet nicht nur die Pläne des Wasserkrafttrustes, dem die General Electric und die Westinghouse-Company angehören, sondern es vermindert auch das kanadische Interesse an der internationalen Bewegung zur Eindämmung des genannten Stromes durch den Staat Neuyork und die Provinz Ontario.

An der Spitze steht der Stahl-Industrielle E. R. Smith. Die Gruppe hat die Wasserkraftrechte der Transportation Power Co. Ltd., einer kanadischen Gesellschaft, erworben. Die Rechte erstrecken sich auf 29 Meilen des Flusses und enthalten das Privilegium, Kraftverteilungslinien in Ontario und Quebeck zu errichten und zu betreiben. Auf der genannten Stromstrecke liegen zwei Seen und ein Wasserfall von 28 m. Smith teilte kürzlich mit, daß das Projekt nach vollständigem Ausbau 2,8 Mill. PS bringen kann. (Neuyorker Staatsztg., 31. 8. 26.) (W. 843.) O. W.

Wasserkraftmaschinen.

Der amerikanische Wasserturbinenbau des Jahres 1926.

Das 1. Heft der Zeitschrift „Power" des neuen Jahrganges vom 4. Januar 1927 ist als „Jahres-Rückschau-Nummer" erschienen und behandelt etwa in der Form, wie die Leser der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure sie unter der Ueberschrift „Chronik" kennen, die technisch wichtigen Ereignisse des letzten Jahres. Hier sei nur der Abschnitt über die Wasserkraftnutzung wiedergegeben. Einleitend wird festgestellt, daß in der ersten Hälfte des verflossenen Jahres die Wasserturbinenfirmen über Auftragsmangel klagten, daß sich aber in der zweiten Hälfte die Lage wesentlich gebessert habe und eine Reihe von großen Aufträgen gebucht werden konnte, so daß auch für 1927 eine hinreichende Beschäftigung zu erwarten sei. Niedrige Brennstoffpreise und momentaner Ueberschuß an Wasserkraftenergie werden für die Baisse des Frühjahres 1926 verantwortlich gemacht.

Muscle Shoals (diese Zeitschrift 1926, S. 38) wurde mit acht Maschinen in Betrieb genommen und hat 1926 bereits 450 000 000 kWh geliefert.

Eine bemerkenswerte Neuanlage stellt Conowingo dar, welches mit 378 000 PS vorläufig und 600 000 PS endgültig ausgebaut werden soll. Jede Turbine soll 54 000 PS bei 27,2 m Gefälle und 81 Umdr./Min. leisten, d. s. $N_1 = 379$ PS (bei 1 m Gefälle). Diese Turbinen stehen somit hinsichtlich ihrer Einheitsleistung an 7. Stelle unter den bekannt gewordenen Ausführungen der Welt, wogegen die deutsche Turbinenindustrie noch die 4. Stelle (398 PS Einheitsleistung der Kachletturbinen) wahrt und die erste und zweite Stelle Schweden innehat. Der Durchmesser wird mit 5,4 m angegeben; daraus läßt sich ein n_1' (Drehzahl pro 1 m Durchmesser und 1 m Gefälle von 84/Min. und eine Einheitsleistung N_1' (Leistung pro m Durchmesser und m Gefälle) von rund 13 PS errechnen. Diese Zahlen sind insofern interessant, als sie sich mit denen von Aufkirchen—Eitting ungefähr decken.

In der Anlage „Bellow Falls" der New England Power Co. werden drei Turbinen mit je 17 500 PS Leistung bei 17,5 m Gefälle und 85,7 Umdr./Min. aufgestellt, und zwar vertikale Einrad-Francisturbinen. Die Wahl der spezifischen Drehzahl ($n_s = 320$) ist als äußerst vorsichtig zu bezeichnen. Im Propellerturbinenbau rücken die 28 000 PS-Turbinen ($N_1 = 468$ PS) mit $n_s = 680$ an die 3. Stelle im Weltrang.

In Santeetlah werden zwei Turbinen mit 33 000 PS Leistung bei 202 m Gefälle mit 450 Umdr./Min. ($n_s = 108$) aufgestellt.

Die Arbeiten an der Anlage am Ohio bei Louisville, KY., schreiten fort. Dort werden zehn 13 500 PS-Turbinen, System Nagler, mit 5,2 m Durchmesser bei 11,3 m Gefälle aufgestellt. Diese unterscheiden sich nur dem Namen nach von den Kaplanturbinen.

Erwähnenswert ist die Zunahme der ferngesteuerten Kraftzentralen und die steigende Anwendung von Gummidichtungen und Gummischalen für Halslager (diese Zeitschrift 1926, S. 48), denen lange Lebensdauer nachgerühmt wird. Ferner bürgert sich der Reglerantrieb durch synchrone Elektromotoren ein.

Der Wasserkraftausschuß der National Electric Light Association (diese Zeitschrift 1925, S. 301) legt eine nunmehr auf 225 Anlagen ausgedehnte Statistik über Korrosionen an Wasserkraftanlagen vor, die getrennt besprochen werden soll. (W. 958.) Schilhansl.

Literatur

Zeitschriftenschau

Zeitschriftenschau siehe Inseratenteil Seite VIII.

Eingegangene Bücher.

Vorläufige Bestimmungen über Holztragwerke (B. H.) Amtliche Ausgabe. Von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. 20 Seiten, 21×29,6 cm, mit 8 Abb. — Berlin 1926, W. Ernst u. Sohn. — Preis geh. M. 1.20. — Die Schrift faßt die allgemeinen Bedingungen für die Beschaffenheit des Holzes, Abnahme und Aufstellung der Bauteile und die Ausführung der Berechnungen und Zeichnungen, ferner die technischen Vorschriften für Entwurf und Berechnung (Belastungsannahmen, Materialbeanspruchung, Querschnitte und Verbindungen, Ausführungseinzelheiten) übersichtlich zusammen.)

La Méthode Gibson pour la mesure du débit d'une conduite forcée. Par F. Salgat, ingr. — Sonderdr. aus Bulletin technique de la Suisse rom. 1926, H. 18—22. — 20 Seiten, 23×31 cm, mit 20 Abb. — Buchdruckerei „La Concorde", Lausanne. — Preis schw. Fr. 3.—.

Beräkning av Utjämnings bassänger särskild vid Lagtrycksanläggningar (Berechnung von Ausgleichsbehältern, besonders bei Niederdruckanlagen.) Von Jonson. Techn. Mitteilungen der kgl. Wasserfallverwaltung Ser. B., Nr. 11. — 79 Seiten, 16×23,5 cm, mit 21 Abb. und

Digitized by Google

graphischen Tafeln. — Stockholm, 1926. — Preis schwed. Kr. 2.50.

Das Problem der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Von Ing. Keller. — 40 Seiten, 15,5×22,5 cm, mit 7 Abb. — Kommissionsverlag Gebr. Leemann & Co., A.-G., Zürich 2; 1926. — Preis brosch. schw. Fr. 1.50. (W. 964)

Buchbesprechungen

Utilizzazioni di Forze idrauliche, impianti idroelettrici. Von Ing. Prof. Francesco Marzolo, Padua 1926, A. Milani. 374 Seiten mit 332 Abbildungen.

Es muß vorausgeschickt werden, daß das vorliegende in der Hauptsache sehr gut ausgestattete Buch rein beschreibend ist, ohne auf grundlegende Berechnungen einzelner Teile einzugehen oder Konstruktionseinzelheiten zu erläutern, daß es ferner ganz überwiegend italienische Anlagen und Ausführungen darstellt und über Italien hinaus sich nur etwas in die Schweiz begibt. Die bemerkenswertesten neuen vorbildlichen Anlagen Skandinaviens, Deutschlands und Oesterreichs sind vollständig übergangen und daher auch sachlich so manche Lücken offen, ebenso sind die neuesten außeritalienischen Veröffentlichungen nicht weiter berücksichtigt. So gibt das Buch eine abgerundete Uebersicht über italienische Wasserkraftanlagen.

In übersichtlicher Gliederung werden die grundlegenden Begriffe der Gewässerkunde, die gewinnbare Leistung und ihre Faktoren und die Speicherwirtschaft behandelt. Das so wichtige Gebiet der Photogrammetrie von Erde und Luft aus wird leider nur ganz kurz und nach einem längst überholten Standpunkt gestreift. Es folgen Abschnitte über Stauanlagen, Wasserreinigung (ziemlich eingehend, aber leider ohne Einzelheiten), Staumauern und Entnahmeeinrichtungen. Die Behandlung der Kanäle, Leerläufe, Heber und Stollen sowie die Rohrleitungen, Rohrverschlüsse und Wasserschlösser schließt sich an. Im Kapitel Wasserkraftanlagen wird eine Reihe italienischer und einige schweizerische neuere Kraftwerke gezeigt, der Abschnitt über Wasserkraftmaschinen muß leider als zu knapp und recht wenig Informationsmaterial für den Entwerfer von Anlagen enthaltend bezeichnet werden, der den Projekteur nicht in die Lage versetzen kann, irgendeine Auswahl zu treffen. So sind die neueren Propellerturbinen und Kaplanturbinen mit zwei Fußnoten in vier Zeilen abgefertigt.

Wenn sonach das hübsche Buch auch kein Arbeitsbehelf ist, wozu u. a. auch viel zu wenig Abbildungen und Konstruktionszeichnungen, aus welchen wirklich etwas Informierendes zu ersehen ist, aufgenommen sind, so bietet es für den Fachmann, der keiner weiteren Erläuterungen bedarf, eine gute Uebersicht über das, was in Italien auf dem Gebiet der Wasserkraftnutzung geschaffen wurde. (W. 728) Ing. C. Reindl.

Druckrohrleitungen. Berechnungs- und Konstruktionsgrundlagen der Rohrleitungen für Wasserkraft- und Wasserversorgungsanlagen. Von Dr.-Ing. Felix Bundschu, Oberingenieur im Ingenieurbüro Dr.-Ing. Adolf Ludin, Berlin-Charlottenburg. 60 Seiten mit 12 Abb. Berlin 1926. Verlag Julius Springer. Preis geh. 6.— M.

Die zusammenfassenden Darstellungen des konstruktiven Wasserkraftbaues in der Fachliteratur, wie sie bis in die jüngste Zeit üblich waren, sind fast ohne Ausnahme mit einem empfindlichen Mangel behaftet. Derselbe besteht darin, daß die Verfasser entsprechend ihrer besonderen Neigung oder ihres speziellen Wirkungsbereiches nur das eine oder andere Problem ausführlicher und gründlicher behandelten, dagegen die ihnen weniger liegenden übrigen Teilprobleme in ihren Werken stark vernachlässigten. Diesen Mangel konnte auch die Fülle aufgezeigter Beispiele, die da und dort zu finden sind, nicht verdecken.

Es darf deshalb als ein erfreulicher Fortschritt gebucht werden, wenn sich neuerdings Fachkollegen dazu verstehen, solche Lücken in der Literatur auszufüllen, indem sie nur ein bestimmtes konstruktives Teilproblem herausgreifen, dasselbe aber nach der Breite und Tiefe abschließend behandeln. Einen verheißungsvollen Anfang hat damit Fredrik Vogt mit seiner „Berechnung und Konstruktion des Wasserschlosses" gemacht; und ihm ist jetzt Bundschu mit seiner Abhandlung über „Druckrohrleitungen" gefolgt.

Diese Neuerscheinung ist in zwei Abschnitte gegliedert. Der erste umfaßt die Berechnungsgrundlagen, der zweite das Konstruktive. Der Verfasser beginnt mit der Ermittlung der Druckänderungen beim Bewegen der Absperrorgane, zeigt dann die statische Berechnung der Rohrquerschnitte gegen Innen- und Außendruck und ihre zweckmäßige Dimensionierung mit Hilfe des Druckhöhenplanes. Hieran reiht sich die für die Beurteilung der statischen Verhältnisse der Druckrohrleitungen und ihrer Festpunkte prinzipielle Unterscheidung in

1. Rohrleitungen, deren Wandungen und Verbindungen überall achsenparallele Kräfte übertragen können („geschlossener Rohrstrang");
2. Rohrleitungen mit Dilatationen („aufgelöster Rohrstrang").

Im Anschluß daran folgt die Aufzeigung der hauptsächlich wirksamen Kräfte und die Behandlung der Festpunktberechnungen. Angaben über die zweckmäßigen Fließgeschwindigkeiten in Druckrohrleitungen, sowie über den wirtschaftlichen Durchmesser beschließen den ersten Abschnitt.

Im zweiten Abschnitt werden die Konstruktionsgrundlagen dargetan. Zunächst behandelt der Verfasser Feinrechen und Einlaufbauwerk, Abschlußorgane und Wasserschloß. Bei der Bestimmung des Minimumsquerschnittes des Wasserschloßschachtes nach F. Vogt (S. 43. Gl. 38) ist ein Setzerversehen stehengeblieben. Der Zahlenbeiwert in der Ungleichung

$$F > \frac{K^2 f^{1,5}}{69,55 \cdot H_n}$$

muß natürlich — wie vorstehend bereits berichtigt — 69,55 und nicht 6,955 heißen. Außerdem wäre der Hinweis zweckmäßig gewesen, daß sich dieser Ansatz nur auf kreisförmigen Schachtquerschnitt bezieht.

Die folgenden Kapitel beleuchten die Vor- und Nachteile der verschiedenen Rohrmaterialien (Eisen-, Beton- oder Holzrohr), die Fragen der aufgelösten oder geschlossenen, der verdeckten oder offenen Rohrleitungen. Auch das Wesentliche über Montage, Prüfen und Füllen der Rohrleitungen ist gesagt. Die Druckschächte fanden dagegen in der vorliegenden Neuerscheinung leider keine Behandlung, obwohl gerade diese sowohl rechnerisch als auch konstruktiv genug des Interessanten und Wissenswerten für den Konstrukteur bieten.

Der Verfasser hat es verstanden, allenthalben geschickt das Grundsätzliche herauszuschälen, und es unter Weglassung des für den Praktiker nicht unbedingt nötigen wissenschaftlichen Ballastes einfach und klar darzustellen. Deshalb wird die Neuerscheinung bald ein sehr geschätzter Ratgeber für den praktisch tätigen Konstrukteur im Wasserbau werden.

(W. 891.) Dr.-Ing. Otto Streck, München.

Geschäftliches.

Der heutigen Nummer dieser Zeitschrift ist ein vierseitiger Prospekt auf farbigem Papier beigefügt über Spezial-Literatur auf dem Gebiete des Wasserkraft- und Wasserstraßenwesens aus dem Verlag Richard Pflaum A.G. Das dem Prospekt beigegebene Sonderangebot dürfte manchen Interessenten zu eingehender Beachtung der empfohlenen Werke veranlassen.

Digitized by Google

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 24. 4. 1927.

84a, 5. N. 23 004. Dr.-Ing. Karl Neynaber, Oldenburg i. O., Casinoplatz 2. Verfahren zum Einsetzen von Faschinen unter Wasser. 21. 3. 24.

59b, 2. Z. 16 259. Adolf Zeller u. Franz Eisele & Söhne, Laiz-Sigmaringen. Rührvorrichtung an selbstansaugenden, in die Flüssigkeit versenkten Kreiseljauchepumpen. 19. 8. 26.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Zugang an Mitgliedern. (Vgl. Heft 3, Seite 50.)

24. Landwirtschaftskammer für Schleswig-Holstein, Kiel.
25. Mittlere Isar A.-G., München, Mauerkircherstr. 31.
26. I. G. Farbenindustrie, Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rh.
27. Ueberlandwerk Oberfranken, Aktiengesellschaft, Bamberg.
28. Städtische Werke Landshut, Bayern.
29. Industrie- und Handelskammer, Hannover, Arnswaldtstr. 28.
30. Neckar-Aktiengesellschaft, Stuttgart, Herdweg 66.
31. Elektrizitätswerk Bestwig, Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Bestwig, Kr. Meschede.
32. Elektrizitätswerk Stadt Elsterberg, Kommanditgesellschaft, Elsterberg im Vogtland.
33. Oberregierungs- und Oberbaurat Koepke, Breslau XVIII, Kurfürstenstr. 26.
34. Gebr. Mathysen, Villermühle Hassum bei Goch.
35. Chemische Werke vorm. H. & E. Albert, Fürfurt a. d. Lahn.
36. Amper-Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, München, Briennerstr. 38/40.
37. Karl Anderl, Direktor der Amper-Werke Elektr.-Aktiengesellschaft, München, Briennerstr. 38/40.
38. Joseph Bergmeister, Direktor der Amper-Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, München, Briennerstr. 38/40.
39. Dipl.-Ing. Schmale, Städtische Betriebsverwaltung, Limburg a. d. Lahn, Untere Grabenstr. 6a.
40. Städtisches Tiefbauamt, Quedlinburg.
41. Ründerother Fahrzeugfabrik, Chr. Schmidt, Ründeroth.
42. Vereinigte Industrie-Unternehmungen, A.-G., Berlin W 8, Französische Straße 53/56.
43. Hans Schwarz, Gastwirt und Mühlenbesitzer, Göldenitz bei Gr.-Berkenthin, Bez. Hamburg.
44. H. Loof, Oberingenieur, Hildesheim, Einumerstr. 98.
45. F. W. Dürre, Haspe i. W.
46. Landeshauptmann der Provinz Sachsen, Merseburg.
47. W. Weissenborn, Horheim, Amt Waldshut.
48. Geheimer Regierungsrat, Verwaltungsrechtsrat von Aschoff, Min.-Rat a. D., Charlottenburg 4, Mommsenstr. 52. (W. 962.)

Wassergenossenschaft Großbrüskow.

Eine Wassergenossenschaft wurde dieser Tage in Großbrüskow bei Stolp gegründet. Es handelt sich um die Trockenlegung des sogenannten Großbrüskower Moores zwischen Großbrüskow, Birkow und Strellin in einer Größe von 282 Hektar, zwecks besserer Torfgewinnung und nach Senkung des Grundwassers und Abbau der Torfschicht um Herstellung von Wiesen. Die aus den angrenzenden drei Dörfern erschienenen Anlieger erklärten sich mit der Gründung einverstanden, so daß sofort zur Aufstellung einer Satzung geschritten werden konnte, nach deren Genehmigung durch den Regierungspräsidenten die Genossenschaft in Kraft tritt. (W. 993.)

Vor der Gründung eines Verbandes zur Reinhaltung der Wupper.

Im Preußischen Landtage wurde der Entwurf zu einem Wuppergesetz eingebracht. Die Hauptaufgabe des neu zu gründenden Wupperverbandes soll die Regelung der Vorflut und des Hochwasserabflusses, die Reinigung der im Flußgebiet anfallenden Abwässer und die Reinhaltung der Wupper und ihrer Nebenflüsse sein. Endlich soll dem neuen Verbande die Unterhaltung der Wupper und ihrer Nebenläufe zufallen. Die Genossenschaft soll eine Körperschaft des öffentlichen Rechts sein. Mitglieder sollen werden die im Genossenschaftsgebiet liegenden Stadt- und Landgemeinden, die Wassergenossenschaften und Deichverbände sowie die Eigentümer der im Genossenschaftsgebiet liegenden gewerblichen Unternehmungen und Anlagen. (W. 978.)

Neuordnung der Verwaltungsgebühren in Preussen.

Mit dem 1. Januar 1927 ist in Preußen eine neue Verwaltungsgebührenordnung in Kraft getreten. Die neue VGO ist datiert vom 30. Dezember 1926 und in der Nr. 50 der Preußischen Gesetzsammlung abgedruckt. Alle bisherigen, auf Grund des Gesetzes über staatliche Verwaltungsgebühren erlassenen Gebührenordnungen mit Ausnahme der Verwaltungsgebührenordnung vom 15. 11. 1924 für die Tätigkeit der Verwaltungsbehörden bei Ausführung des Grundstücksverkehrsgesetzes vom 10. 2. 1923 sind damit aufgehoben worden.

Die Gebühr wird nach dem Werte des Gegenstandes berechnet. Wird eine übergeordnete Behörde im Instanzenzug angegangen, so erhöht sich die Gebühr für jede Instanz je um die Hälfte, jedoch nur, wenn im endgültigen Ergebnis die erstinstanzliche Entscheidung aufrechterhalten wird. Bei Ablehnung oder Zurücknahme des Antrags auf Vornahme einer Amtshandlung wird nur eine Teilgebühr erhoben. Es kann jedoch auch Gebührenfreiheit gewährt werden, wenn der Antrag auf nicht anzurechnender Unkenntnis der Verhältnisse oder auf Unwissenheit beruht.

Gegen die Erhebung einer Gebühr kann Beschwerde im

Digitized by Google

Aufsichtswege eingelegt werden, soweit nicht anderweitige Bestimmungen getroffen sind. Diese hat keine aufschiebende Wirkung. Die Einziehung der Gebühr soll jedoch in der Regel bis zur Entscheidung ausgesetzt werden. Die Entscheidung der Beschwerde erfolgt gebührenfrei.

Der Gebührenordnung ist ein ausführlicher Gebührentarif angefügt, aus dem wir nachstehend die Nr. 16 und 83 folgen lassen. Nr. 16 behandelt das Beschlußverfahren, also auch wasserrechtliche Verleihungen usw., und Nr. 83 die wasserpolizeilichen Genehmigungen:

Nr. 16.	**Beschlußverfahren** (§§ 115 ff. des Ges. über die allgemeine Landesverwaltung v. 30. 7. 1883, GS. S. 195).	
	a) Wasserrechtliche Angelegenheiten.	
	1. Entscheidungen auf Grund des Wassergesetzes vom 7. 4. 1913 (GS. S. 53) §§ 63 (Vorarbeiten), 64 (Verleihung), 89 (Ausgleichung), 93 Abs. 2 und 3 (Wasserstandfestsetzung), 97 Abs. 5, 99 Abs. 2 Satz 3, 103, 148, 149 Abs. 2, 168, 171, 174 Abs. 4 (Ausbau), 203, 273 Abs. 2, 287 (Bauten im Ueberschwemmungsgebiete), 330 bis 334, 336, 338, 339, 340, 341 (Zwangsrechte)	$^2/_{10}$ v. H. des Wertes des Gegenstandes
	auf Grund von § 86 (Sicherstellung)	$^1/_{20}$ v. H. des Wertes des sicherzustellenden Rechtes
	auf Grund der §§ 183 bis 189, 192 Abs. 2 a. a. O., und § 11 des Fischereiges. v. 11. 5. 1916 (GS. S. 55) — Wasserbucheintragungen —	$^1/_{10}$ v. H. des Wertes des Gegenstandes
	mindestens jedoch in allen Fällen, zu 1	10
	2. Der Wert des Gegenstandes ist von der Beschlußbehörde festzusetzen und auf volle 1000 RM nach unten abzurunden.	
	3. Die Kostenvorschriften der §§ 75, 84 bis 86, 90, 103 Abs. 3, 168 Abs. 3, 195 Satz 2, 203 Abs. 2, 272, 297, 340 Abs. 5 Wasserges. bleiben aufrechterhalten. Die Gebühr wird von demjenigen erhoben, der nach den vorstehend aufgeführten Vorschriften des Wassergesetzes kostenpflichtig ist. Im übrigen ist Schuldner der Gebühren der Antragsteller oder derjenige, in dessen Interesse der Beschluß ergeht. Mehrere Beteiligte haften als Gesamtschuldner, sofern nicht ihre Anteile an der Kostenschuld im Beschlusse festgesetzt sind.	
	4. Die Kostenfreiheit des § 195 Satz 1 Wasserges. wird aufgehoben.	
	b) Sonstige Genehmigungen, Erlaubniserteilungen, Ausnahmebewilligungen und ähnliche Entscheidungen, auch wenn sie unter einer Bedingung oder Auflage oder befristet erfolgen, bei dem Kreisausschuß und den ihm gleichstehenden Behörden (§ 4 Landesverwaltungsges.)	1 bis 50
	bei dem Bezirksausschusse, Provinzialrate, Verbandsrat und Verbandsausschusse des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk	2 bis 100
Nr 83.	**Wasserpolizei.**	
	a) 1. Genehmigung von gewerblichen Anlagen oder Veränderungen solcher für die ersten 20 000 RM des Baukostenwerts mindestens jedoch für die weiteren 30 000 RM für die folgenden 50 000 RM für den 100 000 RM übersteigenden Teil Erfordert die Entscheidung umfangreichere Untersuchungen (z. B. Messungen, Berechnungen usw.), je nach dem Umfange der Untersuchungen	1,5 v. H. 5 1 v. H. 0,5 v. H. 0,2 v. H. bis zu 150 v. H. der vorstehenden Gebühren
	2. Genehmigung von nichtgewerblichen Anlagen oder Veränderungen solcher	die Hälfte der Gebühren zu 1
	3. Abnahme von Personenfahrzeugen für höchstens 50 Fahrgäste für den Kopf der polizeilich zugelassenen Höchstzahl mindestens jedoch für mehr als 50 Fahrgäste für den Kopf	0,15 5 0,20
	4. Abnahme von Personenfahrzeugen ohne neue Vermessung des Fahrzeugs bezüglich der Personenplätze	die Hälfte der Gebühren zu 3
	5. Betriebsabnahme von Badeanstalten	die Hälfte der Gebühren zu 1 und 2
	6. Handelt es sich um die Benutzung eines Wasserlaufs (z. B. Ein- und Ableitungen, Stauanlagen usw.), so tritt an Stelle des Baukostenwerts (1 und 2) der Wert der Benutzung, wenn er höher ist als der Wert der zugehörigen Bauanlage.	
	7. Festlegung der Uferlinie eines Wasserlaufs (§ 12 Abs. 2 Satz 2 Wasserges. v. 7. 4. 1913, GS. S. 53) aa) für die ersten 100 m Länge der festgelegten Uferlinie je Meter mindestens jedoch bb) für die weiteren 400 m je Meter cc) für den 500 m übersteigenden Teil je Meter Bei Ufergrundstücken, die gewerblichen Zwecken dienen	0,50 10 0,30 0,20 das Doppelte der vorstehenden Gebühren
	b) Beaufsichtigung von Regatten, Wettschwimmen, Korsofahrten, Feuerwerken usw. nach 8 Uhr abends	10 20

(W. 980.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 7 — 1. APRIL — 1927

Aus dem Inhalt: Der Ausbau der Oder. / Die Wassergeschwindigkeitsverteilung im Querschnitt natürlicher Flußläufe. / Ueber Grundwasserbewegung (Forts.). / Die Abdichtung des Betons mittelst Kieselfluorides. / Rundschau: Kraftwerk Sysran. / Neuartige Energievernichtungsanlage in Amerika. / Deutsche Patentschau. / Mitteilungen des DWWV: Geschäftsbericht 1926.

In eigener Sache.

Die in der Zeitschrift „Die Wasserkraft", Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik, im Verlag der Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G., München, Heft 21 und 22 vom 1. und 15. November 1926 veröffentlichte Mitteilung über das Erscheinen der Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes, e. V., Berlin ab 1. Januar 1927 in diesem Verlage haben zu verschiedenen Missverständnissen und Verwechslungen Anlass gegeben.

Dies veranlasst uns zu der Erklärung, dass die Zeitschrift des Rom-Verlages R. O. Mittelbach in Berlin „Deutsche Wasserwirtschaft" nicht auf die Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G. übergegangen ist, vielmehr nach wie vor in dem Rom-Verlag R. O. Mittelbach in Berlin weiter erscheint.

Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G., München

Rom-Verlag R. O. Mittelbach, Berlin.

Der Ausbau der Oder.

Von Dr. E. Bartz, Stettin.

Nach der Abtrennung Ostpreußens vom Reich infolge des Versailler Diktates ist die Oder der östlichste Strom und der Odermündungshafen Stettin der östlichste größere deutsche Seehafen im zusammenhängenden Reichsgebiet geworden. Unter diesen Umständen muß gefordert werden, daß das Reich nach der Uebernahme der Wasserstraßen gemäß der Reichsverfassung nunmehr zunächst alles daran setzt, um die von jeher arg vernachlässigte Oder zu einer leistungsfähigen Verbindungsstraße für seine schwer um ihre Existenz ringenden östlichen Grenzprovinzen auszubauen, anstatt neue Kanäle in West- und Mitteldeutschland anzulegen. Das Gegenteil ist leider bisher der Fall gewesen. Nichts ist geschehen, um dem unaufhaltsamen Verfall der Oderwasserstraße, der schon während des Krieges und dann in der Nachkriegszeit zu beobachten war, zu begegnen, und im Gegensatz zu den wohlregulierten westlichen Strömen hat sich die Oder immer mehr in einen Steppenfluß verwandelt,

Digitized by Google

der abwechselnd zwischen Hochwasser und Trockenheit schwankt.

Gegen die unverantwortliche Vernachlässigung der Oderschiffahrtsstraße hat nun in neuerer Zeit eine zunehmende Gegenbewegung in den östlichen deutschen Wirtschaftskreisen eingesetzt, die mit Recht hierin eine Rückstellung ihrer lebenswichtigsten Verkehrsinteressen gegenüber dem stets bevorzugten Westen erblickten. Insbesondere hat man erkannt, daß die Verbesserung und Regulierung der Oder und der Ausbau des Odermündungshafens Stettin einschließlich seiner Zufahrtsstraße Teile eines einheitlichen großen Ausbauprogramms der Oder von Oberschlesien bis zur Ostsee bilden.

Gegenwärtig sind nun die Fragen des Ausbaus der Oder und des Stettiner Hafens, die, wie vorstehend angedeutet, in engstem Zusammenhang benannt werden müssen, in ein neues Stadium getreten nach der Aufstellung des bekannten Arbeitsbeschaffungsprogramms der Reichsregierung. Es ist gewiß, daß bei einer gerechten Verteilung der zur Verfügung gestellten Reichsmittel beim Ausbau des deutschen Fluß- und Kanalsystems die Oder und der Stettiner Hafen mit an erster Stelle berücksichtigt werden müssen. Teilweise ist dies auch schon, wenn auch nur in bescheidenem Maße, geschehen. Sodann mußten sich nach der Wiederaufrollung der Groß-Hamburger Frage die Augen der ostdeutschen Verkehrsinteressenten auf Stettin richten, dessen Stellung durch die Bewilligung der Hamburger Forderungen eine weitere wenig erfreuliche Schwächung erfahren würde. Der Standpunkt der Stettiner Wirtschaft kann kurz dahin skizziert werden, daß Stettin an sich nichts gegen eine Erweiterung des Groß-Hamburger Hafengeländes durch Abtretung preußischer Gebietsteile bei Wilhelmsburg einzuwenden hat, dafür muß aber auf das schärfste gefordert werden, daß der Stettiner Hafen und der Oderstrom, die Lebensader der Stettiner Wirtschaft, endlich vom Reich unter Mitwirkung des preußischen Staates so ausgebaut werden, wie es der Bedeutung Stettins als größten deutschen Ostseehafens und Umschlags- und Durchgangsplatzes im Handelsverkehr zwischen Mitteleuropa und den Ostseeländern entspricht.

Es dürfte unter diesen Umständen zweckmäßig sein, wie nachstehend ausgeführt, weiteste Kreise im Reiche mit dem Programm des weiteren Ausbaus des Odermündungshafens Stettin und des eigentlichen Oderfluß- und Kanalsystems bekannt zu machen, das nach jahrzehntelangem Vorarbeiten der Sachverständigen bis ins einzelnste ausgearbeitet worden ist, und dessen sofortige Inangriffnahme, soweit es noch nicht nach den neuesten Maßnahmen der Reichsregierung geschehen ist, als ein dringendes Gebot der Stunde bezeichnet werden muß.

Auf der Oder unterhalb Stettins stand der weiteren Entwicklung der Schiffahrt als ein besonderes Hemmnis bisher die geringe Tiefe (7 m) des Fahrwassers von Swinemünde nach Stettin entgegen. Dieser Mißstand soll nun endlich beseitigt werden, und die Vertiefungsarbeiten sind zurzeit in vollem Gange. Die Fahrwassertiefe wird zunächst auf 8,7 m gebracht. Krümmungen und Engstellen werden beseitigt und die Befeuerung bei Nacht wesentlich verbessert. Die Arbeiten werden so beschleunigt, daß bereits Ende 1926 Schiffe mit 8,5 m Tiefgang nach Stettin gelangen konnten. Die weitere Vertiefung auf 10 m ist in Vorbereitung. Damit erhält Stettin nun endlich, was andere Häfen längst besitzen, denn ganz abgesehen von Hamburg haben Danzig und selbst das kleine Lübeck schon lange solche Wassertiefen.

Soweit die Stettiner Zufahrtsstraße zur Ostsee. Aber auch im eigentlichen Stettiner Hafen sind umfassende Bauarbeiten und Erweiterungen nötig, die so schnell als möglich vorgenommen werden müssen, wenn Stettin weiterhin seine führende Rolle als Umschlagshafen der Ostseeschiffahrt und der Oderschiffahrt reibungslos abwickeln und womöglich noch einen

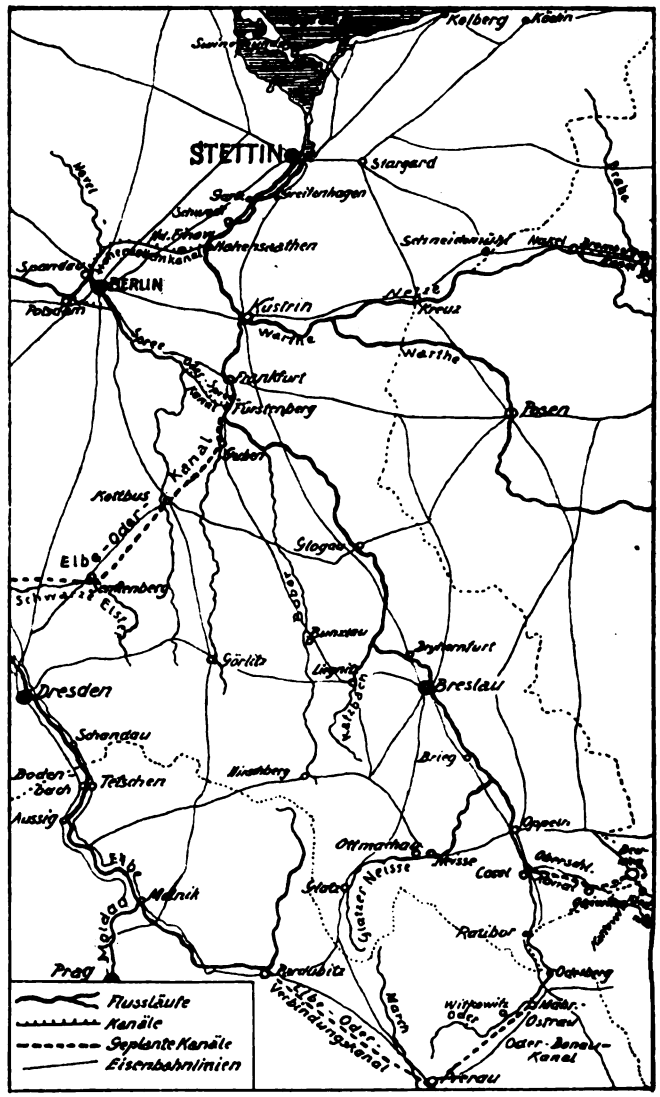


Abbildung 1.

bedeutend gesteigerten Binnen- und Seeschiffsverkehr bewältigen soll

Zu dem Bauprogramm gehört zunächst neben dem Neubau der völlig veralteten Lagerschuppen am Dunzigkai der Parnitzdurchstich, der eine brückenfreie, gerade Zufahrt von der Oder bei der Einmündung der Swante zu der Massengut-Umschlagsanlage Reiherwerderhafen schafft. Der Umbau der letzteren befindet sich bereits in vollem Gange. Gegenwärtig werden drei neue Verladebrücken von 45 m Spannweite mit einer Tragfähigkeit von 15 t je Brücke aufgestellt. Ferner ist im Freibezirk an der Ostseite des westlichen Hafenbeckens ein neuer, großer Schuppen im Bau, mit elf elektrisch betriebenen Kränen, der eines der gewaltigsten öffentlichen Bauwerke in Stettin darstellen wird. Geplant ist ferner die Erweiterung des Freibezirks in Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kais, durch teilweise Zuschüttung des Dunzigs und die Errichtung eines Getreideschuppenspeichers.

Im engsten Zusammenhang mit dem oben erwähnten Ausbau der Oder unterhalb Stettins bis Swinemünde und des Stettiner Umschlaghafens muß die Verbesserung des eigentlichen Oderlaufes genannt werden. Während nämlich die Oder von Cosel bis Breslau durch 21 Staustufen kanalisiert ist, sind die Strecken von Breslau bis Fürstenberg und von Fürstenberg bis Hohensaathen in einem sehr schlechten Zustand und leiden ständig an ungenügender Wassertiefe. Zu den

Digitized by Google

dringendsten Erfordernissen einer weiteren reibungslosen und aufsteigenden Entwicklung der Oderschiffahrt gehört daher in erster Linie der Bau des Ottmachauer Staubeckens an der Glatzer Neiße. Für den Bau dieses Beckens sind eingehende örtliche Vorarbeiten ausgeführt worden. Seine Ausführung ist durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsregierung nunmehr sichergestellt worden, so daß der Auftrag zum Baubeginn bereits erteilt werden und mit den vorbereitenden Arbeiten begonnen werden konnte.

Der Bau der genannten Talsperre erfolgt in erster Linie zur Regulierung des Oderwasserstandes. Die mittlere Oder von Breslau bis in die Gegend von Küstrin bietet nämlich der Schiffahrt große Schwierigkeiten, da diese, abgesehen von so nassen Jahren wie dem gegenwärtigen, fast alljährlich längere Zeit aus Mangel an Fahrwassertiefe auflegen muß. Eine gründliche Besserung ist erst von dem planmäßigen Ausbau dieser Strecke zu erwarten, mit dem 1924 begonnen wurde und der sich etwa auf 10 Jahre Bauzeit erstrecken wird. Dieser Ausbau hat eine Fahrwassertiefe von 1,10 m bei NW. zum Ziel. Eine weitere Verbesserung auf 1,40 m Tiefe bei NW. soll durch Zuflußwasser erreicht werden, das in einem Sammelbecken von Ottmachau an der Glatzer Neiße bereitgestellt werden soll. Das Becken erhält einen Fassungsraum von 135 Millionen cbm, von denen 89,5 Millionen als Nutzraum für die Speisung der Oder und 40,8 Millionen als Hochwasserschutzraum bestimmt sind, während 4,7 Millionen cbm als eiserner Bestand verbleiben. Das aufgespeicherte Wasser soll bei unzureichender Wasserführung der Oder deren Wasserstände aufhöhen und im Verein mit der in der Ausführung begriffenen Niedrigwasserregulierung auch unterhalb Breslaus für die Schiffahrt dauernd eine Fahrwassertiefe von 1,40 m schaffen, so daß 400-t-Schiffe jederzeit, abgesehen von Jahren mit ausgesprochenen Wasserklemmen, 1,20 m tief eintauchen und mindestens mit drei Viertel Ladung fahren können. Daneben wird das Becken kleinere und mittlere Hochfluten ganz zurückhalten, die gefährlichen größeren Hochfluten an der Glatzer Neiße abdämpfen, damit die gefährdeten Deiche an der Neiße und oberen Oder entlasten und Ueberschwemmungen mildern sowie die an die zulässige Grenze angelangte Entnahme von Wasser für gewerbliche und landwirtschaftliche Zwecke weiterhin gestatten, ferner die Fischerei in diesen Wasserläufen heben und die Erzeugung von jährlich mehr als 10 Millionen kWh elektrischer Arbeit ermöglichen.

Zu bedenken ist ferner, daß die Fortsetzung des Ausbaues des Mittellandkanals in Angriff genommen ist, der eine direkte Wasserstraße vom Ruhrgebiet bis nach Berlin schafft. Die oberschlesische Kohle, die bisher den Hauptabsatz im Binnenschiffsverkehr mit Berlin hatte, wird dann den Wettbewerb der Ruhrkohle in Berlin in ganz anderem Maße, als es jetzt der Fall ist, zu fühlen bekommen. Im Interesse des Gegengewichts gegenüber dem erstarkenden Wettbewerb der Ruhrkohle ist daher für die Oderschiffahrt eine regelmäßige Wassertiefe zu fordern, damit letztere an Zuverlässigkeit und Sicherheit des Transportes hinter der Verschiffung der Ruhrkohle nicht zurücksteht.

Erfreulicherweise sieht das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsregierung für das Rechnungsjahr 1926, abgesehen vom Ottmachauer Staubecken, noch Mittel für die Verbesserung der Oder unterhalb Breslaus, für die Verbesserung der Vorflut in der unteren Oder, für den Hohenzollernkanal und den Oder-Spree-Kanal vor, was im Interesse der Schiffahrt auf der Oder auf das lebhafteste begrüßt werden kann.

Oberschlesiens Zugang zur Ostsee.

Das Schwergewicht des Massenguttransportes auf der Oder liegt im Verkehr mit Oberschlesien. Dies gilt auch in erster Linie für die Stettiner Binnenschiffahrt, die zu Berg seewärts eingeführte Erze ins oberschlesische Industriegebiet befördert, während talwärts oberschlesische Kohlen ins brandenburgische und pommersche Absatzgebiet bzw. über Stettin zur Ausfuhr gelangen.

Was nützt nun die bestausgebaute Oderwasserstraße, wenn die Eisenbahnvorfracht von den oberschlesischen Gruben nach Cosel, Oppeln und den anderen Binnenumschlagsplätzen im Gegensatz zum A. T. 6u, der dem Ruhrbergbau zur Verfügung steht, so hoch ist, daß die Spanne zwischen reiner Eisenbahnfracht und der kombinierten Eisenbahn- und Wasserfracht und damit der Anreiz des Verladers für die Wahl des Wasserweges fällt?

Dies hat sich auch gerade während des englischen Kohlenstreiks gezeigt, als die deutsche Reichsbahn weitaus die meisten Kohlentransporte von Oberschlesien an sich riß, die zum größten Teil nicht ihren natürlichen Weg nach dem nächstliegenden Stettin, sondern nach anderen deutschen Häfen, wie insbesondere auch Hamburg, gingen, während die Oderschiffahrt zum Schaden einer reibungslosen Abwicklung des Abtransportes größtenteils das Nachsehen hatte. Nach der Fertigstellung des Mittellandkanals wird die Ruhrkohle ohne teure Eisenbahnvorfrachten infolge ihrer Billigkeit auf der ganzen Linie in das jetzige Absatzgebiet der oberschlesischen Kohle einfallen und insbesondere auch in Berlin letztere mehr und mehr verdrängen. Oberschlesien ist eines der meerentferntesten Industriegebiete Europas. Es braucht, wenn es in seinem schweren Wettbewerbskampf gegen Polnisch-Oberschlesien und gegen das Ruhrgebiet bestehen soll, billige Verbindungswege zum Meere und zu den mittel- und ostdeutschen Absatzgebieten. Zu diesem Zweck ist nötig, einen Kanal von der Oder direkt zu den oberschlesischen Kohlengruben nach Gleiwitz, und wenn irgend möglich, über Hindenburg nach Beuthen zu schaffen. Industrie und Bergbau müssen dann ihrerseits durch kurze private Zubringerbahnen die letzte Verbindung zu diesem oberschlesischen Groß-Schiffahrtsweg schaffen.

Der jetzige Klodnitzkanal, seinerzeit von Friedrich dem Großen bewilligt und von seinen Nachfolgern im Jahre 1817 vollendet, der gegenwärtig nur mit 130-t-Schiffen befahren werden kann, ist völlig veraltet.

An dem neuen für 1000-t-Kähne befahrbaren oberschlesischen Groß-Schiffahrtsweg, für dessen Linienführung eine Reihe von beachtungswürdigen Entwürfen vorliegen, hat die ostdeutsche Wirtschaft einschließlich ihres großen Seehafens Stettin das dringendste Interesse, in Sonderheit auch im Hinblick auf den polnischen Plan eines Kohlenkanals von Kattowitz über Lodz und Bromberg nach der Weichsel, durch den die Stellung Stettins gegenüber Danzig eine für Deutschland wenig erfreuliche Schwächung erfahren würde. Der Oderbund hat daher in seiner Sitzung am 27. August 1926 beschlossen, der Regierung nahezulegen, die Vorarbeiten für den Ausbau des Klodnitz-Kanals zu einer Groß-Schiffahrtsstraße unverzüglich in die Hand zu nehmen, damit die oberschlesische Industrie gleichzeitig mit der Vollendung des Mittellandkanals und des Staubeckens von Ottmachau durch eine durch das Industriegebiet führende Groß-Verkehrs-Wasserstraße den Wettbewerb mit dem Westen besser aufzunehmen in der Lage ist. Nun hat aber der Reichsverkehrsminister, soweit uns bekannt ist, in der Angelegenheit des oberschlesischen Kanals dahin entschieden, daß das Projekt auf die Zeit von zirka zehn Jahren zurückgestellt wird, bis das Ottmachauer Staubecken fertiggestellt ist.

Erklärlicherweise hat diese Stellungnahme, die das geringe Verständnis in den Kreisen der Behörden für die Lebensfragen der oberschlesischen Industrie und ihres Seehafens Stettin zeigt, den schärfsten Widerspruch hervorgerufen. Mit aller Entschiedenheit muß betont werden, wie dies in einem längeren Aufsatz („Der Oberschlesische Kanal" von Fritz Kahle) in Heft 8 dieser

Digitized by Google

Zeitschrift[1]) vom August 1926 auf Grund reichhaltigen und genauen Zahlenmaterials geschehen ist, daß der Bau des Ottmachauer Staubeckens allein kein ausreichendes Gegengewicht gegen das Uebergewicht der Industrie des Ruhrgebiets nach Fertigstellung des Mittellandkanals darstellt. Einen Ausgleich kann hier nur der oberschlesische Groß-Schiffahrtsweg bringen, dessen Inangriffnahme sowohl für die ostdeutsche Wirtschaft im allgemeinen, wie für Oberschlesien und Stettin ein Gebot der Stunde ist.

Die vorstehenden Ausführungen dürften mit aller Deutlichkeit dargelegt haben, daß der Ausbau des Stettiner Hafens, die Oderregulierung und der oberschlesische Kanal sich organisch eingliedern lassen in das große Ausbauprogramm des Oderstromes von Oberschlesien bis zur Ostsee. Für Stettin bedeutet jede Verbesserung der Oderwasserstraße eine Erweiterung seines Hinterlandes, um welches es gegenwärtig im Wettbewerb mit den anderen Häfen der Ostsee und mit Hamburg einen erbitterten Kampf führt; für Oberschlesien eine Erhöhung des Versendungsradius seiner Produkte, die als Massengüter auf den billigen Wasserweg angewiesen sind, und damit eine Steigerung seines Absatzes. Unter diesen Umständen hat Oberschlesien das gleiche Interesse an dem Ausbau des Stettiner Hafens und seiner seewärtigen Zufahrtsstraße wie umgekehrt Stettin an der Regulierung der Oder und dem oberschlesischen Kanal. (W. 945)

[1]) Handelskammer-Mitteilungen, Oppeln.

Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Wasserläufe.

Von J. Rapp, Oberregierungsbaurat a. D. in Rosenheim.

Im Jahre 1883 veröffentlichte ich als Auszug aus den Papieren des bayerischen Oberbaurates G. Lavale[1]), des langjährigen Referenten für die bayerische Rheinstrecke, die Ergebnisse der Studien über Wasser- und Geschiebebewegung in den natürlichen Wasserläufen, da Lavale hierzu infolge Erkrankung nicht mehr imstande war.[2]) Wohl erfreute sich die Broschüre der günstigsten Beurteilung;[3]) auch hatte Baurat Reinhard die die Wasserbewegung betreffenden Teile auszugsweise jahrelang in seinen Kalender für Wasserbauingenieure aufgenommen. In die Handbücher der Ingenieurwissenschaft vermochten die Anschauungen Lavale's indes keinen Eingang zu finden. Es dürfte daher einmal zu untersuchen sein, welche Rechnungsergebnisse, ob jene, der in die Handbücher aufgenommenen oder die der Iormeln Lavale's, den Messungen am besten entsprechen.

Zunächst sei die lotrechte Geschwindigkeitslinie, kurz Lotrechte genannt, betrachtet:

Nach dem Handbuch der Ingenieurwissenschaften von 1923, S. 452, 4. Absatz, soll die logarithmische Linie mit lotrechter Achse zwischen Messung und Rechnung gemäß Elbmessungen die kleinsten mittleren Fehler ergeben. Eingehender Nachweis befindet sich in der Zeitschrift für Bauwesen in den Jahrgängen 1893, 1897 und 1916.

Nach Lavale ist es dagegen die Parabel der verschiedensten Ordnung, die als mittlere Linie dem allgemeinen Zuge der gemessenen Lotrechten am besten folgt und zwar den Lotrechten der verschiedenartigsten Wasserläufe, großer und kleiner, solcher mit starkem und schwachem Gefälle. Sie steht mit dem Scheitel auf der Sohle. Die Geschwindigkeit wird dort zu Null angenommen, sowohl zur Ermöglichung der schärferen rechnerischen Erfassung der Fläche der Lotrechten als auch in einer befriedigenden Uebereinstimmung mit den tatsächlichen Verhältnissen. Denn die Voraussetzung einer Sohlengeschwindigkeit gleich Null ist für das Niederwasser mit unbewegtem Geschiebe, zwischen dem die Wasserteilchen keine fortschreitende Bewegung besitzen können, doch erlaubt. Erst bei steigendem Wasser und wachsender Wassergeschwindigkeit gerät auch das Geschiebe allmählich in Bewegung. Diese kann so stürmisch werden, daß, wie zum Beispiel bei Innhochwasser beobachtet, schwere Geschiebestücke aus einer Tiefe von über einem Meter heraus am Boden der Schiffe anschlagen. Eine scharfe Abgrenzung zwischen Wasser- und Geschiebekörper besteht dann nicht mehr und kann es daher auch keiner sachlichen Beanstandung unterliegen, wenn man die tiefere, noch in Ruhe befindliche Geschiebeschichte als die eigentliche Flußsohle betrachtet und die aus einem Gemische von Wasser und Geschiebe bestehende, verhältnismäßig nur wenig mächtige, in Wanderung befindliche Schichte noch zum Wasserkörper hinzurechnet. Bei der Tiefenmessung wird sie infolge Eindringens der Peilstange ohnehin wohl öfters mitgemessen.

Sicherlich ist die Zunahme der Wassergeschwindigkeit nächst der Sohle eine verhältnismäßig schnelle, wie nach Abb. 21 meiner Broschüre[2]) Messungen am Rhein mittels der Darcyschen Röhre bestätigen. Infolgedessen werden die Geschiebestücke in ihrem oberen Teil stärker angestoßen als in ihrem unteren und dadurch bei steigendem Wasser in Gang gesetzt. In der Form der Parabel nach Lavale kommt dieses schnelle An-

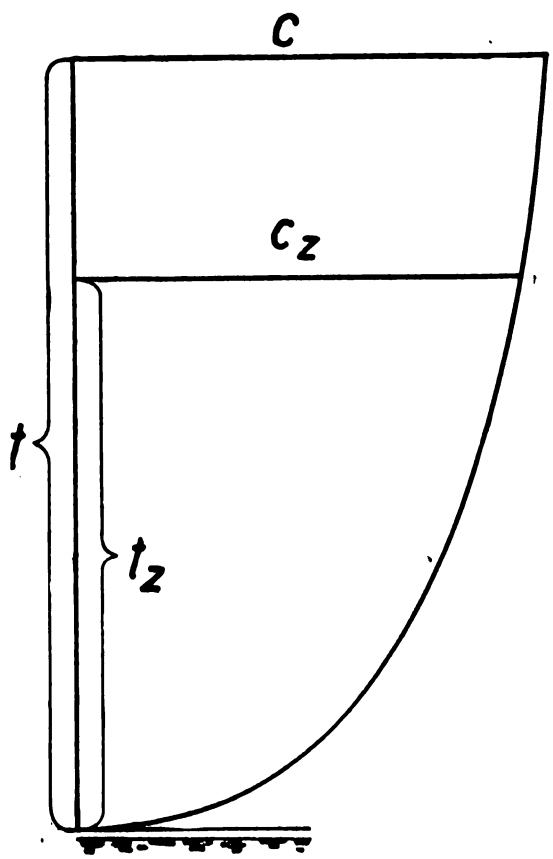


Abb. 1. Die Lotrechte.

[1]) Geboren 1810, gestorben 1882.
[2]) Unsere natürlichen Wasserläufe. Wasser- und Geschiebebewegung. Form ihres selbstgeschaffenen und des abgeänderten Bettes mit besonderer Berücksichtigung der Rheinkorrektion (vergriffen).
[3]) So zum Beispiel „Centralblatt der Bauverwaltung" 1884, S. 446: „Vorliegendes Werk gehört zu den wertvollsten Arbeiten über die Gesetze der Bewegung des Wassers in Stromläufen usw."

Digitized by Google

wachsen der Geschwindigkeit in der Nähe der Sohle zum Ausdruck. So wäre zum Beispiel bei einer Tiefe von 3 m, einer Geschwindigkeit am Wasserspiegel von 2 m und an der Sohle gleich Null nach Lavale die Geschwindigkeit in der Entfernung von 1 mm über der Sohle gleich 0,37 m,[4]) von 2 mm über der Sohle gleich 0,53 m, von 4 mm gleich 0,60 m u. s. f. Die größte Geschwindigkeit wird am Wasserspiegel angnommen. Eine Verringerung dieser unter das Maß der tiefer folgenden Geschwindigkeiten rührt in der Regel von der stauenden Wirkung der Meßschiffe, des Windes oder ähnlicher Einflüsse her. Denn bekanntlich bildet die Wasseroberfläche infolge der einseitigen Anziehung, die die oberen Moleküle durch die Kohäsionskraft erfahren, eine sich gewissermaßen dem festen Zustande nähernde Decke, so daß sie Wasserspinnen, ja selbst dünne Metallplättchen, Nadeln u. dgl. zu tragen vermag. Durch einen in sie eintauchenden Gegenstand wird die Decke in ihrer Bewegung eine Hemmung erfahren, die sich bis zu einer gewissen Tiefe in einer Geschwindigkeitsverminderung geltend macht.

Die Ordnung der Parabel ist von verschiedener Größe. Sie ist um so niederer (es zieht sich die Parabel gegen den Scheitel hin um so stärker ein), je rauher die Sohle bzw. je stärker die Geschwindigkeit im Vergleich zur Tiefe ist, weil Flüsse mit verhältnismäßig größerer Geschwindigkeit immer auch gröbere Geschiebe führen als solche mit kleinerer Geschwindigkeit. Dagegen hat die Parabel eine um so höhere Ordnung, je größer die Tiefe des Wasserlaufs im Vergleich zur Geschwindigkeit wird, weil dann die Rauheit der Sohle auf die entfernteren Wasserteile von geringerem Einfluß ist, diese daher fast gleiche Geschwindigkeiten besitzen und sich deshalb die Geschwindigkeitskurve hier einer mehr Parallelen zur Parabelachse nähert; so ist in Abb. 3: Parabel I v. d. 6,6ten Ordnung, Parabel II v. d. 6,26ten, Parabel III v. d. 5,51ten und Parabel IV v. d. 4,2ten Ordnung.

Die Größe des Parameters hängt ab von dem Verhältnis der Geschwindigkeit am Wasserspiegel zur Tiefe.

Zwischen den Geschwindigkeiten C und C_z (Abb. 1) und den zugehörigen Tiefen t und t_z bestehen folgende Beziehungen, wenn n die Ordnung der Parabel und p den Parameter bedeutet:

$$c_z : c = \sqrt[n]{t_z} : \sqrt[n]{t}, \text{ daraus}$$

Gl. 1 $$c_z = \frac{c}{\sqrt[n]{t}} \cdot \sqrt[n]{t_z}, \text{ worin also}$$

Gl. 2 $$p = \frac{c}{\sqrt[n]{t}} \text{ ist.}$$

Zur Feststellung von p und n ist die Kenntnis von den zusammengehörigen c und t ausreichend. So berechnet sich die Ordnung n der Parabel nach der Gleichung

Gl. 3 $$n = 1 + 4{,}80 \sqrt[12]{\frac{t}{c}}.$$

Bei sehr großer Wassergeschwindigkeit und verhältnismäßig geringer Tiefe wird der hemmende Einfluß der Sohle ein ungewöhnlicher, viel größerer, daher die Form der Lotrechten eine mehr gestreckte, was sich in der niedereren Ordnung der Parabel ausspricht. Es ist dies der Fall, wenn

Gl 4 $$\frac{t}{c} < 2{,}50 \text{ wird.}$$

Dann ist n aus Gleichung 3 noch mit dem stets echten Bruche

Gl. 5 $$a = 0{,}818 \sqrt[4]{\frac{t}{c}} \text{ zu multiplizieren.}$$

[4]) Alle Geschwindigkeitsangaben beziehen sich auf die Zeitdauer von einer Sekunde.

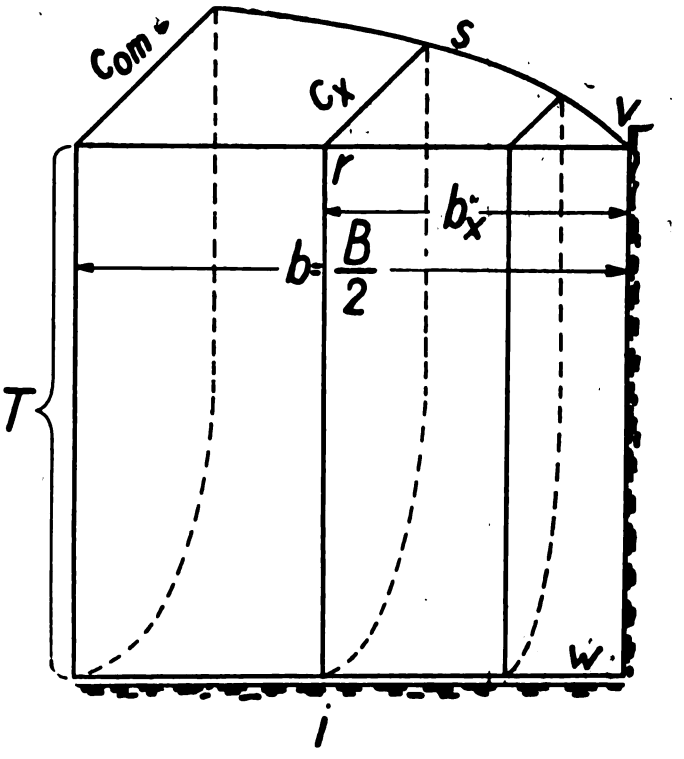


Abb. 2. Halber Wasserkörper des rechteckigen Querschnitts.

Die nach Gl. 3 und 5 bestimmte Ordnung liegt im allgemeinen zwischen den Grenzen 4,2 und 6,6, dem in Abb. 3 veranschaulichten Bereiche.[5])

Die zur Begründung der logarithmischen Formel herangezogenen Elbmessungen umfassen dagegen nur das engere Gebiet zwischen den Parabeln II und III. Auch verlangt die rechnerische Ermittlung der Festwerte für die logarithmische Formel die Einführung von drei in der Lotrechten gemessenen Geschwindigkeiten nebst deren Abständen von der Sohle, wobei noch die Bedingung zu erfüllen ist, daß die ausgewählten Geschwindigkeiten der Gleichung $c_z' - c_z'' = c_z'' - c_z'''$ genügen. Je nach der Wahl dieser Größen ergibt sich aber eine andere logarithmische Linie. So folgt zum Beispiel aus den Werten a, b und c (Abb. 4) die Linie pq und aus d, e und f die Linie ps.

Dagegen wurde die Linie mn nach Lavale nur aus einer einzigen Geschwindigkeit, nämlich 2,38 m und ihrem Abstand von der Sohle 9,50 m, abgeleitet.

Bekanntlich berechnet sich die Fläche der Parabel gemäß den eingeführten Bezeichnungen aus

Gl. 6 $$F = \frac{n}{n+1} \cdot tc$$ und somit die mittlere Geschwindigkeit v_m aus

Gl. 7 $$v_m = \frac{n}{n+1} c.$$

Sollte die Oberflächengeschwindigkeit durch die Messungsschiffe u. dgl. beeinflußt sein, dann ist statt des Quotienten der aus der nächsttiefer folgenden, unbeeinflußten Geschwindigkeit c_z und dem zugehörigen t_z gebildete $\frac{t_z}{c_z}$ in die Formeln einzusetzen.

[5]) In meiner Broschüre 2) habe ich für 318 Lotrechten von der Ordnung 2,8 bis 7,0 die Messungs- und Rechnungsergebnisse zusammengestellt. Lotrechte von höherer Ordnung als der 7. sind mir bis jetzt nicht bekannt geworden.

Digitized by Google

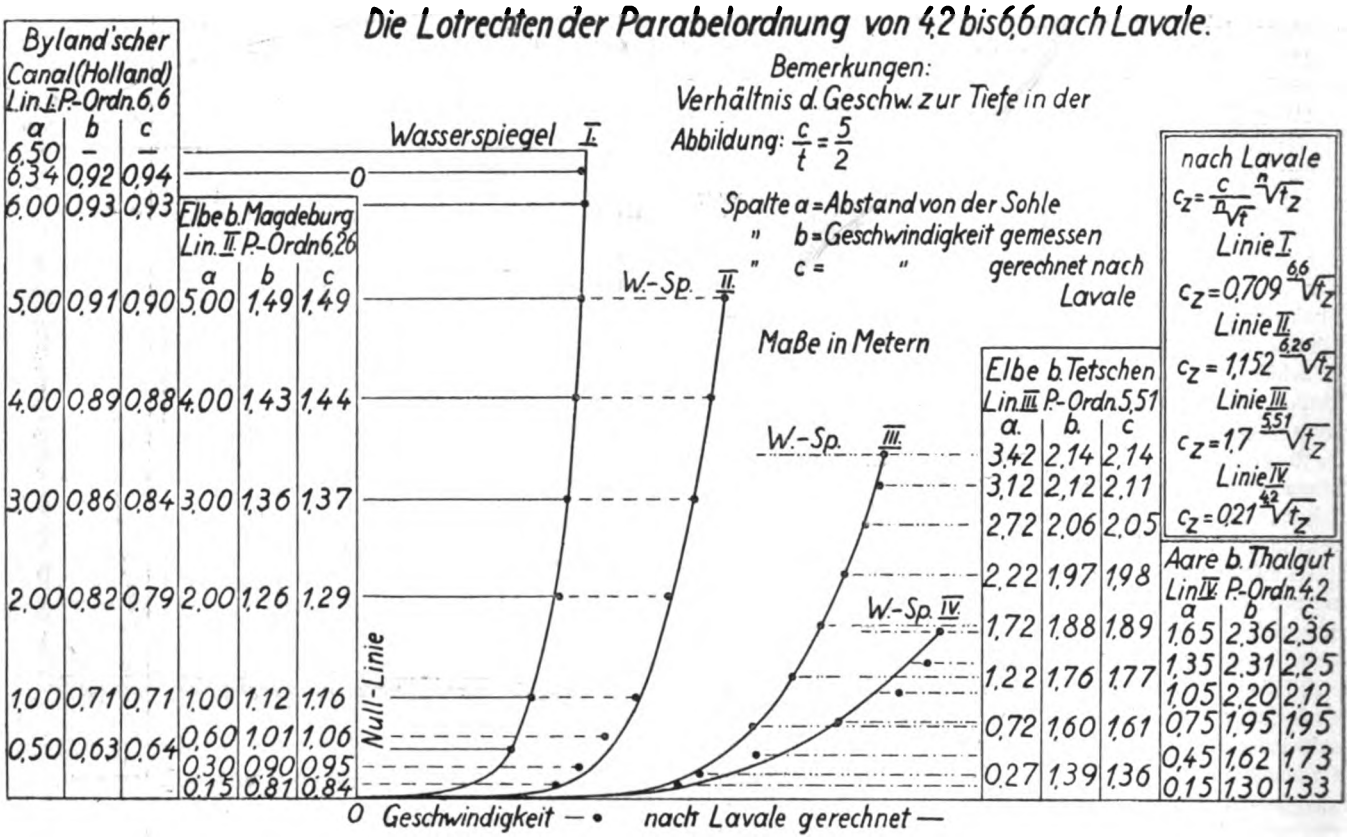


Abbildung 3.

Zur Berechnung der Fläche F und der mittleren Geschwindigkeit v_m ist in Gl. 6 und 7 selbstverständlich stets die für den Wasserspiegel berechnete größte Geschwindigkeit heranzuziehen.

Die Geschwindigkeit c_z soll tunlichst nahe an dem Wasserspiegel, aber immer noch unterhalb dem durch den Stau der Messungsschiffe beeinflußten Teil der Lotrechten gewählt werden, weil die Geschwindigkeiten nahe dem Wasserspiegel am schärfsten und leichtesten gemessen werden können und im Zusammenhalt mit den zugehörigen Abständen von der Sohle die Lotrechte am schärfsten bestimmen. Daß diese Auswahl indes nicht von allzugroßem Einfluß auf die Größe der berechneten mittleren Geschwindigkeit ist, falls das gewählte c_z nicht allzuweit unter dem Wasserspiegel liegt, beweist nachfolgende Vergleichsrechnung:

Die mittlere Geschwindigkeit für die in Abb. 4 wiedergegebene Lotrechte berechnet sich aus der Messung zu 2,09 m und

für t_z = 9,5 m und c_z = 2,38 m zu 2,09 m,
für t_z = 7,5 m und c_z = 2,35 m zu 2,11 m,
für t_z = 6,5 m und c_z = 2,27 m zu 2,10 m.

In Kürze als Beispiel die Betrachtung von fünf in der Warthe gemessenen Lotrechten, für welche Baurat Bölte in der Zeitschrift für Bauwesen 1916 auf Seite 361 u. f. die Berechnung mit der logarithmischen Gleichung durchgeführt hat. Er begnügte sich aber nicht damit, für jede Lotrechte aus drei Paaren zusammengehöriger Werte die gewöhnlichen Koeffizienten zu ermitteln, sondern fügte noch als Neuerung Zusatzworte bei, die er aus den gemessenen Geschwindigkeiten mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate ableitete. Er erreichte dadurch eine Anschmiegung der logarithmischen Linien an die gemessene Kurve bis auf einige Millimeter genau.[6])

Zum Vergleich mit dem auf Seite 670 von Bölte mitgeteilten Rechnungsergebnis der so mit Zusatzwerten verbesserten logarithmischen Formel habe ich im Verzeichnis 1 diese und die Resultate der Gleichung Lavale's zusammengestellt. Zur Bestimmung der Ordnung und des Parameters der Parabel wurde die je nächst unterhalb dem Wasserspiegel gemessene Geschwindigkeit und ihr Abstand von der Sohle verwendet.

Vorbemerkung zum Verzeichnis 1: t in Spalte 2 ganze Tiefe der Lotrechten. — t_o, Sp. 3, Abstand der obersten gemessenen Geschwindigkeit von der Sohle. — v_m Sp. 5, aus Bölte's mitgeteilten Messungen von mir berechnete mittlere gemessene Geschwindigkeiten der Lotrechten. — $t(v_m)$, Sp. 7 und 9, Abstand der laut den Formeln berechneten v_m (Mittelwerte) vom Wasserspiegel. — n, Sp. 11, Parabelordnung nach Gl. 2 und 3, sowie Verzeichnis 2. — Aus den Gleichungen Lavale's ergibt sich leicht:

$$t(v_m) = \frac{n}{n+1} t$$

Verzeichnis 1.
Zahlenwerte für fünf Messungen an der Warthe.

Lotrechte Nr.	gemessen				Bölte		Lavale				
	t	t_o	v_o	v_m	v_m	$t(v_m)$	v_m	$t(v_m)$	$\frac{t}{c}$	n	$\frac{n}{n+1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	m	m	m	m	m	m	m	m			
I	1,00	0,85	0,65	0,56	0,58	0,62	0,55	0,60	1,31	5,28	0,84
II	2,00	1,85	0,82	0,71	0,71	1,23	0,71	1,21	2,26	6,13	0,86
III	3,00	2,50	1,03	0,91	0,91	1,82	0,89	1,83	2,42	6,17	0 86
IV	4,00	3,40	1,10	0,97	0,98	2,49	0,95	2 41	3,18	6,28	0,863
V	5,00	4,85	1,18	1,01	1,01	3 09	1,02	3,03	4,12	6,44	0,865

Zurzeit ist uns eine bestimmte mathematische Formel für den wechselvollen Verlauf der lotrechten Geschwindigkeitslinie nicht bekannt. Die Gleichungen können nur als annähernde betrachtet werden. Ich bin daher der Ansicht, daß mit der Ermöglichung einer Berechnung wenigstens der mittleren Ge-

[6]) Welcher Wert ist aber einer Berechnung, wie hier, beizumessen, wenn sie die Kenntnis aller erst noch zu berechnenden Größen voraussetzt?

Digitized by Google

schwindigkit mit einer der Genauigkeit der Messungen entsprechenden Schärfe ein außerordentlich wertvolles Ziel erreicht sei, zumal, wenn die Berechnung nur wenige Messungen als Grundlage voraussetzt. Man beachte diesbezüglich den Vorzug der Lavale'schen Gleichungen. Sie erfordern nur die Messung einer einzigen Geschwindigkeit und liefern ein gleich genaues Rechnungsergebnis wie die drei gemessene Geschwindigkeiten erheischende logarithmische Gleichung, selbst nach Einführung weiterer Zusatzwerte in diese gemäß dem Verfahren Bölte's. (W. 809.) (Fortsetzung folgt.)

Über Grundwasserbewegung.

Von Professor Dr.-Ing. J. Kozeny in Wien, Hochschule für Bodenkultur.

(Fortsetzung aus Heft 6, S. 88)

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Steighöhen für gröberes Korn kleiner sind als die beobachteten Werte, während sie für feineres Korn mit Ausnahme der vorletzten Gruppe gut übereinstimmen. Die Abweichung liegt in der unzulänglichen Bestimmung des wirksamen Korndurchmessers d_w Wir haben $\frac{1}{d_w}$ als arithmetisches Mittel gerechnet unter der Näherungsannahme, daß die Gewichtsanteilslinie im Intervall linear ist. Zum Beispiel für d = 0,5—0,2 cm ist

$$d_w = \frac{3}{\frac{1}{0,5} + \frac{1}{0,35} + \frac{1}{0,2}} \cong 0,305 \text{ usw.}$$

Wir müssen uns vor Augen halten, daß Atterberg[5] die einzelnen Korngruppen aus natürlichen Ablagerungen (Kies und grober Sand aus zwei „Åsar" usw.) hergestellt hat, wobei für die Trennung der gröberen Bestandteile Siebe bis zu 5 mm größter Maschenweite verwendet wurden. Nun verläuft aber die Kornverteilungslinie (Variationskurve) für solche natürliche Ablagerungen derart, daß die größte Anzahl der Körner einer mittleren Gruppe, innerhalb der oberen und unteren Grenze angehört, also die Gewichtsanteilssummenkurve die typische $\int$-Form (Abb. 2) aufweist. Dann ist aber für die großen Intervalle der groben Sorten $\Sigma \frac{\Delta g}{d'} \frac{1}{d_w}$ zu klein berechnet worden bei linearer Verteilung des Δg bzw. d_w ist zu groß ermittelt worden. Wäre also die wahre Form der Gewichtsanteilslinie durch nähere Angaben über die Verteilung im Intervall d=0,5—0,2 cm berücksichtigt worden, so müßte sich d_w kleiner, und daher die kapillare Steighöhe H größer ergeben. Dagegen kann in den feinen Korngruppen der Fehler, den man durch die lineare Verteilung des Δg innerhalb der sehr kleinen Intervalle macht, nicht von Belang sein und wird sich in umgekehrter Weise fühlbar machen, indem das Rechnungsergebnis etwas größer wird als die Beobachtung (Abbildung 2).

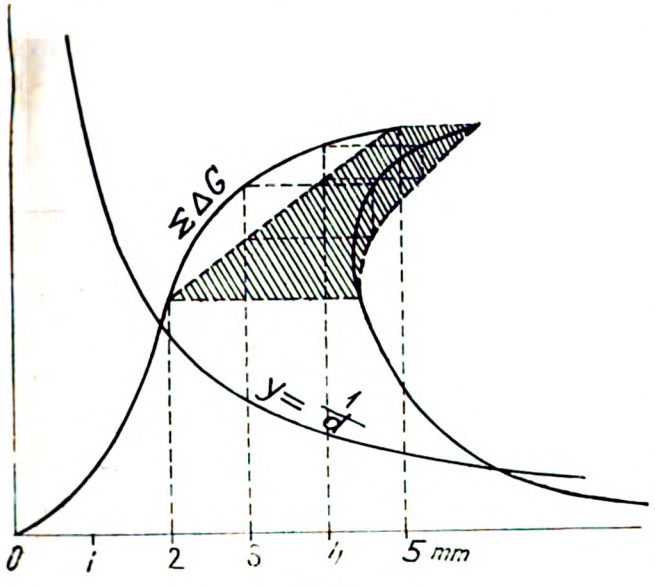


Abb. 2.

Es soll noch kurz darauf hingewiesen werden, daß durch kapillare Leitung auch Heberwirkungen hervorgerufen werden können. An dieser Erscheinung sind auch jene Zonen beteiligt, die vom Kapillarwasser nicht mehr vollständig erfüllt sind. In der Abbildung 3 ist ein sehr anschaulicher Versuch dargestellt, welcher die Heberwirkung durch kapillare Leitung vor Augen führt. In einer Kuvette aus planparallelen Glasplatten wurde ein Damm aus Sand mit d = 1,0—1,5 mm aufgeführt, dessen dichter Kern aus Sand mit d < 0,25 mm bestanden hat. Auf der Eintrittseite des Wassers wurden Körner von Kaliumpermanganat auf die Böschung gelegt und so konnte die Strömung genau verfolgt und durch Abpausen verzeichnet werden. Die Breite und Intensität der Stromfäden ist ein Anhaltspunkt für die Geschwindigkeitsverteilung; je breiter der

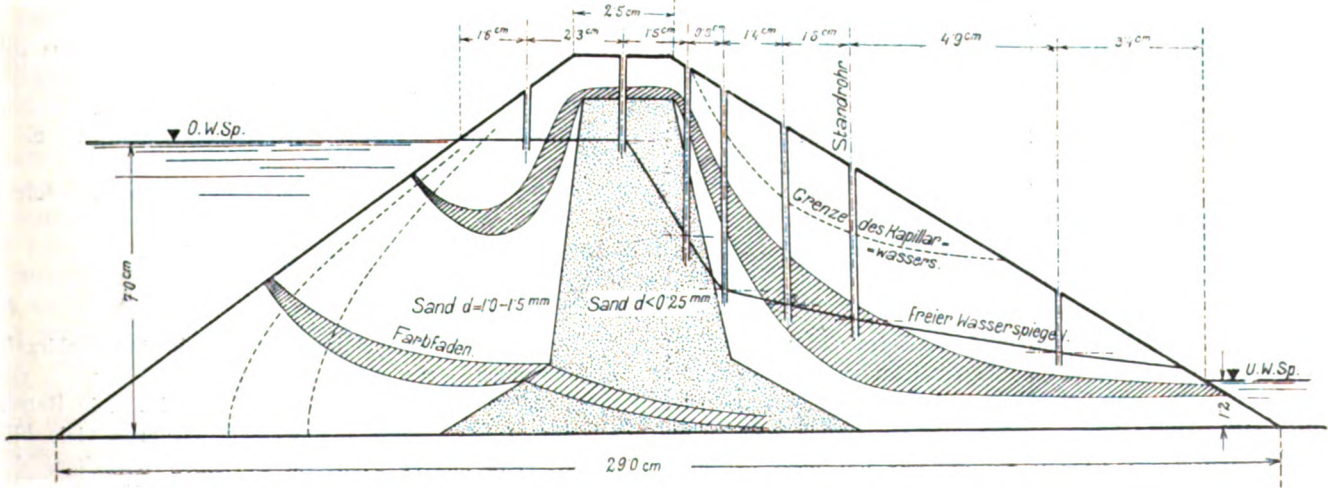


Abb. 3.

Digitized by Google

Farbfaden, desto kleiner die Geschwindigkeit. Das feine, ansonsten durchlässige Material des Kerns hat sich im oberen Teile wie undurchlässiges Material verhalten; die Strömung erfolgte in der Richtung des geringsten Widerstandes, um den Kern herum. So erfolgte eine Heberwirkung durch kapillare Leitung aus dem Oberwasser über die höhergelegene Krone des Kerns in das Unterwasser, wodurch eine Durchtränkung des luftseitigen Dammfußes und unter Umständen sein Einsturz bewirkt wird.[8]

Mit Rücksicht auf die Gleichung 1) geht die bekannte Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \theta \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

über in

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} = \Delta^2 \eta \quad \ldots\ldots (26)$$

worin $u = \frac{\partial \eta}{\partial x}$, $v = \frac{\partial \eta}{\partial y}$, $w = \frac{\partial \eta}{\partial z}$

die in den Koordinatenrichtungen herrschenden Geschwindigkeiten sind. Die klassische Differentialgleichung 26) ist bereits für sehr viele Fälle gelöst worden, wobei immer die Anpassung an die Grenzen nötig war. Denn von den unendlich vielen Lösungen haben nur jene für ein vorliegendes Problem Bedeutung, die den Randbedingungen genügen. Am Rande muß das Potential (Standrohrspiegelhöhe) η als auch dessen Ableitung (Geschwindigkeit) bestimmte Werte annehmen; feste Grenzen sind beispielsweise immer Stromlinien. Mittels einer einfachen Vorrichtung, wie sie der Verfasser zu Demonstrationen bei seinen Vorträgen verwendet, kann erwiesen werden, daß die Gleichung 1) für nicht zu grobes Korn und zu große Geschwindigkeit Geltung hat, daß also tatsächlich Potentialströmung herrscht.

Eine Kuvette aus planparallelen Glasplatten wurde mit Sand von d 0,25—0,5 mm beschickt. Mittels einer Mariotteschen Flasche wurde eine bestimmte, zeitlich unveränderliche Wassermenge zur Versickerung gebracht, die in der Mitte durch einen Heberbrunnen, aus einem Glasrohr bestehend, abgeleitet wurde. Um die Wege (Stromlinien) des Grundwassers sichtbar zu machen, wurden an der Oberfläche des Sandes Körnchen von Kaliumpermanganat aufgelegt. Man sieht auf dem Lichtbild (Abb. 4) Strömungswege, wie sie die Lösung der Gleichung 26) bei Einhaltung der Grenzbedingungen ergeben würde. Die Lösung für die unendliche Halbebene ergibt als Stromlinien ein elliptisches Kreisbüschel und als Linien gleichen Standrohrspiegels die auf ersterem senkrecht stehende hyperbolische Kreisschar (Abb. 4). Es stellt das Bild die stationäre Strömung zu einer Drainfuge in Filtermaterial dar. Die Abb. 5 zeigt die Stromlinien bei der Anordnung zweier Heberbrunnen, stellt also die Zuströmung des von oben zufließenden Wassers nach zwei Senken dar. Während sich auf den ersten Anblick die gefärbten Stromlinien in scheinbar einfachem Verlaufe darbieten, erkennt man bei näherem Zusehen, daß die Wege unregelmäßig sind. Daher waren die vorgehenden

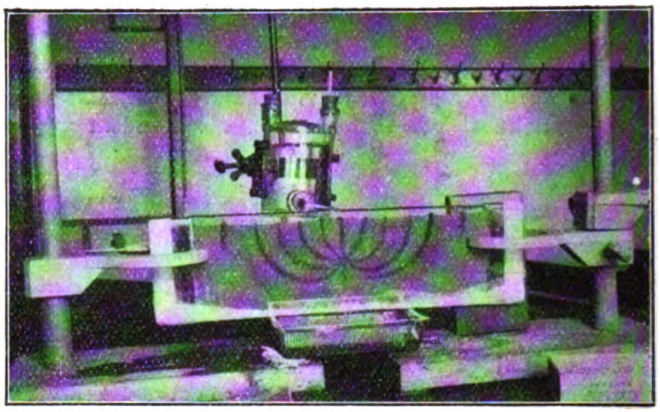


Abb. 4.

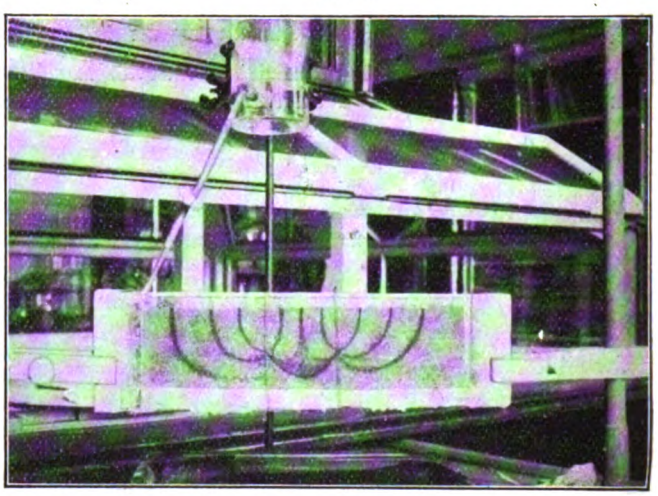


Abb. 5.

Entwicklungen nötig, um einen ideellen Boden zu konstruieren und für diesen mit dem Gesetz von Darcy die Rechnung durchzuführen. Der Augenschein zeigt, daß die so errechneten Stromlinien mit den tatsächlichen Linien in bester Uebereinstimmung sind. Es ist klar, daß über die Grenzen, innerhalb welchen die Potentialströmung noch zutrifft, nur dann aus Versuchen etwas ausgesagt werden kann, wenn eine genaue Berechnungsweise vorliegt. Unstatthaft ist es, aus Näherungsformeln, die vielleicht innerhalb kleiner Intervalle eine mehr oder weniger große Berechtigung haben, allgemeine Schlüsse zu ziehen. Da sei namentlich auf die Deutung der Rechnungsergebnisse bei den Brunnenanlagen mit den bisherigen Formeln hingewiesen. Wir wollen uns daher mit dem Brunnen beschäftigen und zwar mit durchlässiger Wand (Filterrohrbrunnen), der der einfacheren Rechnung halber bis zur undurchlässigen Schichte reichen soll, die horizontal und unendlich ausgedehnt sei. (W. 689.)

(Fortsetzung folgt.)

[8] Siehe eine Bemerkung v. K. Terzaghi in seiner Erdbaumechanik Leipzig-Wien 1925, S. 137.

Die Abdichtung des Betons mittels Kieselfluorids.

Von Eduard Schmidt, Hamburg.

In der Abhandlung „Dichtung von Betonbauten" von Herrn Bauamtmann H. Klein ist die Abdichtung mit Fluaten nur kurz erwähnt worden. Und doch dürfte gerade diese Art für alle Wasserbauten von größter Bedeutung sein, so daß es angebracht erscheint, auf dieselbe nochmals besonders einzugehen. Kommen doch für Wasserbauten noch ganz andere Anforderungen in Frage als nur die der Dichtigkeit. So kommt zum Beispiel bei Seewasserbauten, Gebirgsflußregulierungen etc. die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung durch Geröll etc. in Betracht, wie ferner Seewasser, Moorwasser, wie auch viele Flüsse Sulfate und andere Stoffe in Lösungen enthalten, durch welche eine mehr oder weniger schnelle Zersetzung des Betons herbeigeführt wird.

Digitized by Google

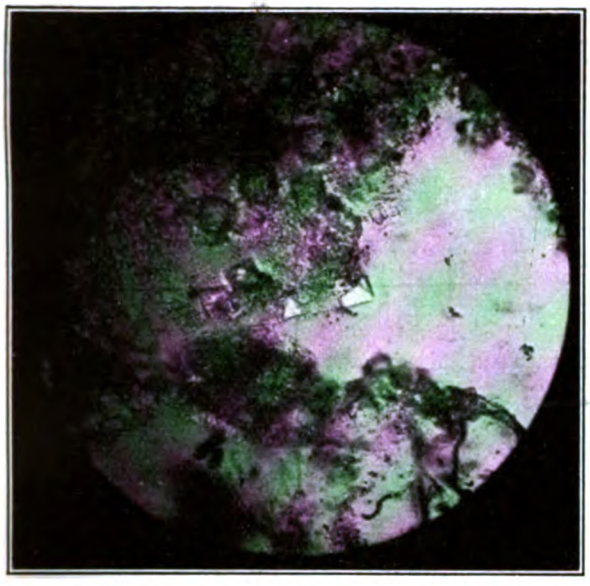


Abb. 1. Vergrößerung 300 mal. Oktaeder von Flußspat, teils am Rande eines Hohlraumes, teils eingebettet im Kieselsäure-Gel.

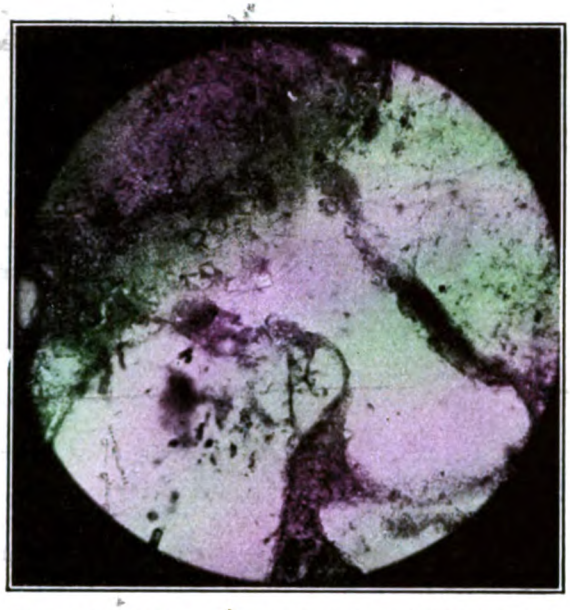


Abb. 2. Vergrößerung 150 mal. Bekleidung des Randes eines Hohlraumes im Beton mit Flußspatoktaedern. Schwebend gebildete Flußspatoktaeder im Kieselsäure-Gel.

Durch den Gehalt an Calciumhydrat und Calciumcarbonat, der namentlich dem abgebundenen Portlandzement eigen ist, ist den Säuren bzw. dem Säurenanteil der gelösten Salze ein bereitwilliger Angriffspunkt geboten. Aber auch die Calciumsilikate bieten keine Gewähr gegen die chemische Zersetzung. Soll hier ein absoluter Schutz gewährt werden, so ist es notwendig, den Kalk des Betons in eine Form überzuführen, welche allen in der Praxis vorkommenden chemischen Einwirkungen widersteht. Die einzige Calciumverbindung, welche dieser Anforderung gerecht wird, ist das Calciumfluorid, welches als Mineral den Namen Flußspat führt.

Flußspat ist nur in Flußsäure und rauchender (130 proz.) Schwefelsäure, welche beide in der Praxis so gut wie gar nicht vorkommen, löslich; widersteht also allen anderen Chemikalien. Um diese Umwandlung des Kalkes zu erzielen, muß man sich also der Fluorpräparate bedienen.

Die gute Wirkung der Fluate ist bereits seit 40 Jahren bekannt, sowohl hinsichtlich der Abdichtung wie auch der Härtung und des Säureschutzes. Dagegen war bislang über die tatsächlichen chemischen Vorgänge bei der Fluatierung recht wenig bekannt, wie auch die fragliche Stelle in dem oben erwähnten Aufsatze erkennen läßt. Es werden dort die Fluate mit den Wasserglaspräparaten zusammen genannt, und von beiden wird gesagt, daß sie nur eine dichte Haut an der Oberfläche bilden. Dies trifft aber nur für die Natriumsilikate zu, die infolge der hohen Viskosität der Lösungen nicht in das Innere des Betons eindringen können, vielmehr eine Haut bilden, welche günstigenfalls sich in den feinen Vertiefungen und den Poreneingängen an der Oberfläche verankern.

Die Kieselfluoride dagegen, welche für diesen Zweck nach Ueberarbeitung auf den Markt gebracht werden, lösen sich leicht und restlos in Wasser und diese wasserflüssige Lösung dringt demnach soweit in den Beton ein, wie überhaupt Wasser eindringen kann.

Herr Prof. Dr. H. Rose hat kürzlich im Universitätsinstitut für Mineralogie und Petrographie zu Hamburg eingehende Untersuchungen an dem unter dem Namen Dr. Hallér's Tutorol im Handel bekannten Kieselfluorid ausgeführt. Er stellte fest, daß bei Zusatz von Hydraten und Karbonaten der Alkalien zur Lösung des Tutorol der Kieselsäureanteil des Salzes ausgefällt wird. Dieselbe Wirkung wird durch Calciumhydrat und, wenn auch etwas langsamer, durch Calciumkarbonat erreicht. Dringt demnach die wässerige Lösung dieses Kieselfluorids in den Beton ein, in welchem sich diese Kalkformen befinden, so wird die Kieselsäure im Innern der Struktur als Gel ausgeschieden, füllt die winzigen Hohlräume desselben, in denen es unter Wasserabgabe als reiner Quarz kristallisiert. Dadurch wird also mit dem Kieselfluorid eine gründlichere Wirkung bezüglich der Abdichtung erzielt als mit dem Wasserglas. Durch die Abtrennung der Kieselsäure aus der Lösung wird der Fluorwasserstoffsäure-Anteil derselben bedeutend aktiver, verbindet sich mit dem Kalkanteil des Betons zu Fluorcalcium unter Ausscheidung von Kohlendioxyd und setzt auch die Calciumsilikate (wenigstens zum größten Teile) in Kieselsäure und Fluorcalcium um.

Bei den Untersuchungen des Prof. Dr. Rose kam es vor allem darauf an, festzustellen, ob diese aus den chemischen Gesetzen zu folgernden Vorgänge tatsächlich stattfinden, und daß es sich bei der Neubildung des Gestein wirklich um Fluorcalcium handelt. Zu diesem Zwecke wurden Zement- und Betonblöcke je zur Hälfte mit Tutorol getränkt, und es wurden von den Stücken Dünnschliffe hergestellt, welche unter dem Polarisations-Mikroskop mit gleichgerichteten und mit gekreuzten Polarisatoren betrachtet wurden. Während beim reinen Zement und beim dicht gearbeiteten Beton 1 : 3 eine Kristallbildung nicht deutlich zutage trat, zeigten sich im losen Schüttbeton 1 : 5 scharf begrenzte Oktaëder sowohl am Rande eines Hohlraumes wie auch im Zement-Gel (s. Abbildungen 1 und 2). Der das Magerungsmaterial zusammenkittende abgebundene Zement ist bekanntlich doppelt brechend, muß also bei gekreuzten Polarisatoren hell erscheinen. Dies war auch bei den Schliffen der unbehandelten Stücke der Fall. In den mit Tutorol behandelten Stücken dagegen erwies sich die Verkittung als isotrop, wie dies bei Fluorcalcium der Fall ist, sie erscheint also dunkel, wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen. Zur Feststellung der optischen Konstanten wurden die neuen Kristalle abgetrennt und nach der Schröder van der Kolkschen Einbettungsmethode geprüft. Die Lichtbrechung erwies sich höher als

Digitized by Google

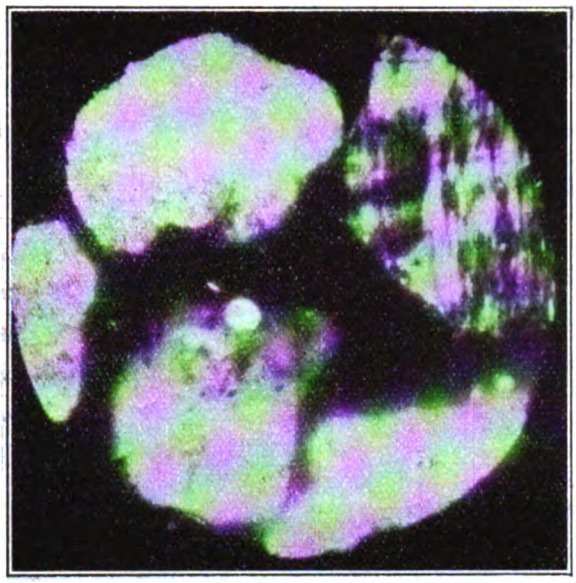


Abb. 3. Vergrößerung 120 mal. Polarisatoren gekreuzt. Quarzkörner hell oder grau. Flußspat, Kieselsäure-Gel und Hohlräume dunkel. Feldspat gestreift. Unzersetzte Zementteile erkennbar als helle rundliche Fleckchen.

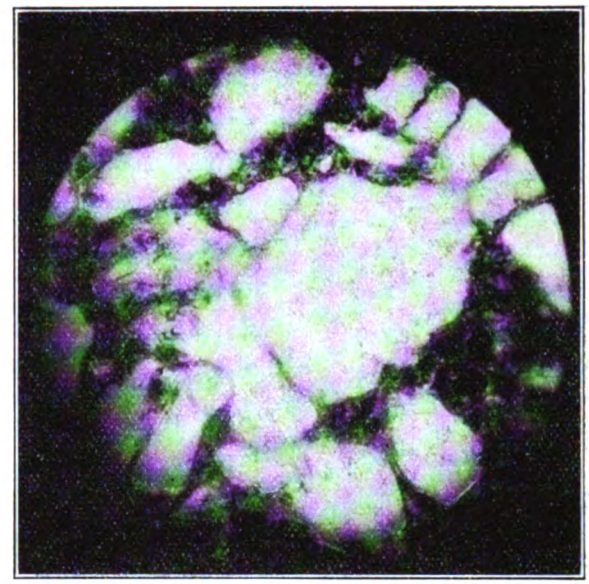


Abb. 5. Vergrößerung 100 mal. Ungefähr gleiches Gesichtsfeld wie Abb. 4, jedoch bei gleichgerichteten Polarisatoren. Ein Vergleich mit Abb. 4 läßt die Zusammensetzung des Betons erkennen. (Loser Schüttbeton 1 : 5.)

die des Wassers (1,333) und ein wenig niedriger als die des Tetrachlorkohlenstoffes (1,466). Auch dies trifft für Fluorcalcium zu, dessen Lichtbrechung 1,434 beträgt. Da schließlich die Neubildung in Thouletscher Lösung vom sp. G. 3.— zu Boden sank, Fluorcalcium aber ein spezifisches Gewicht von 3,19 besitzt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß der Kalkanteil des Betons in Fluorcalcium, und zwar teils in kristallinischen Aggregaten, teils in Kristallen, umgewandelt worden ist. Die weiter noch mögliche Bildung von Aluminiumfluorid, ebenfalls säurebeständig, aus dem Tonerdeanteil des Zementes konnte nicht mit Bestimmtheit festgestellt werden, jedenfalls wurden die dem Sellait eigentümlichen tetragonalen Kristalle nicht beobachtet.

Durch Vergleich von Abbildung 4 und 5 ersieht man, daß mit Ausnahme von winzigen Lichtpünktchen, welche auf

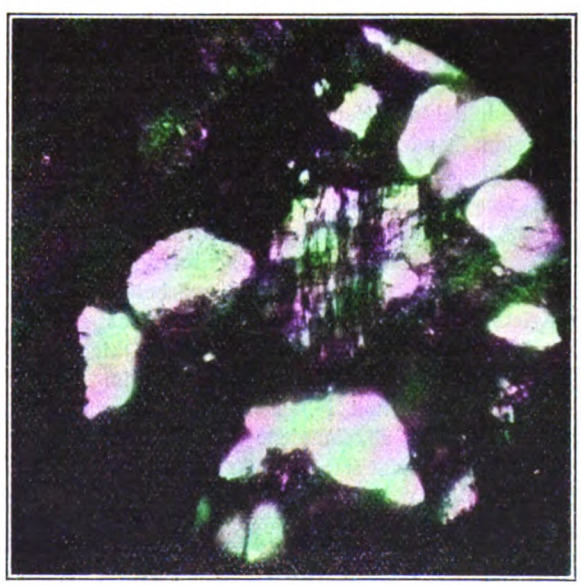


Abb. 4. Vergrößerung 72 mal. Polarisatoren gekreuzt. Quarzkörner hell oder grau. Kalifeldspat (Mikroklin) gestreift. Kieselsäure-Gel, soweit die Tutorolwirkung reicht, dunkel. Wo das Tutorol nicht gewirkt hat, zeigt das Gel Aufhellung in vielen kleinen Lichtpünktchen. Unzersetzte Zementteilchen (Di- u. Tricalciumsilikat) hell.

Grund ihrer Lichtbrechung als Di- und Tricalciumsilikate festgestellt wurden, und welche von dunklem Fluorcalcium eingebettet sind, nur aus diesem Fluorcalcium dem abgesetzten Kieselsäure-Gel und dem Magerungsmaterial besteht.

Der Beton ist demnach durch die Kieselfluoridbehandlung unbedingt säurebeständig geworden und eignet sich aus diesem Grunde für alle oben erwähnten Zwecke, um so mehr, als auch eine beträchtliche Härtung desselben stattfindet. Wie groß dieselbe ist, wurde ebenfalls von Prof. Rose durch Schleifversuche festgestellt. Auf einer mit 800 Umdrehungen in der Minute umlaufenden Gußeisenscheibe von 200 mm Durchmesser, auf welche in der Minute 3,53 g Schmirgel von einer durchschnittlichen Korngröße von 0,14 mm Durchmesser getropft wurden, wurden je ein Stück Quarz, Marmor, Beton 1 : 3 und 1 : 5, letztere beide gehärtet und ungehärtet abgeschliffen. Es ergaben sich dabei folgende Gewichtsverluste und danach berechnet die beigefügten Schleifhärten nach der Pfaffschen Skala:

	Marmor	Quarz
Schleifverlust der Flächeneinheit bei einer Belastung von 0,57 kg	0,397	0,023
Schleifhärte	17	300

	Beton 1 : 3		Beton 1 : 5	
	ohne Tutorol	mit Tutorol	ohne Tutorol	mit Tutorol
Schleifverlust der Flächeneinheit bei einer Belastung von 0,57 kg	0,527	0,052	1,050	0,098 g.
Schleifhärte	13	133	6,5	70

Man sieht aus diesen Ergebnissen, daß durch die Behandlung der Beton, der in beiden Mischungsverhältnissen in der Härte hinter dem Marmor zurückblieb, denselben um 300 und 700 % übertrifft, und daß in beiden Fällen eine Härtesteigerung um rund 900 % stattgefunden hat. Der Beton 1 : 3 ist härter geworden als Apatit und erreicht nahezu die Härte des Feldspats, und diese Härte dürfte auch durchweg zu erzielen sein. Damit ist für den Wasserbau ein Material gegeben, das auch hoher Beanspruchung durch Geröll gewachsen ist.

Die chemische Wirkung des Kieselfluorids tritt auch dann ein, wenn der Beton an und für sich bereits undurchlässig

Digitized by Google

gearbeitet ist, sei es nun durch besonders dichtes Arbeiten oder durch Zusatz von Dichtungsmitteln, da der freie Kalk mit seiner hohen Reaktionsfähigkeit der Lösung Eingang in die Struktur verschafft. Dies ist sogar bei Stahlbeton noch der Fall. Die Wirkung ist dann freilich nicht so tiefgehend. Am gründlichsten ist sie bei Verwendung von Portlandzement und einem Mischungsverhältnis von 1 RT Zement zu 3 RT feinem Sand, mit oder ohne Kiesbeimengung. Wird Hüttenzement verwendet, so fehlt der Katalysator und die Wirkung ist anfänglich eine sehr schwache, da die bei Portlandzement durch den freien Kalk verursachte Zersetzung der Lösung nicht eintritt und die Fluorwasserstoffsäure, so lange sie an Kieselsäure gebunden ist, weniger aktiv bleibt. Um also auch bei Hüttenzement eine schnellere Reaktion zu erzielen, muß man die Zersetzung der Kieselfluoridlösung auf andere Weise wenigstens einleiten, was durch starke Erwärmung oder Zusatz von wenig Soda geschehen kann. Erhitzt man nämlich die Lösung, so wird ein kleiner Teil der Kieselsäure abgespalten und der dadurch freiwerdende Anteil Fluorwasserstoffsäure genügt dann, um die im Hüttenzement vorhandenen Calciumsilikate zu spalten, wobei dann auch der Rest der Lösung zersetzt wird.

Es ist übrigens nicht unbedingt notwendig, wie in der erwähnten Abhandlung über die Betondichtung gesagt wird, daß der Beton trocken sein muß. Es ist dies in der Praxis nicht immer möglich. In solchen Fällen kann man die gewünschten Resultate dadurch erzielen, daß man anstatt der üblichen Lösung 1 : 5 eine solche von 1 GT Tutorol zu 2—3 GT Wasser nimmt.

Zusammenfassend kann man, auf Grund der eingehenden Untersuchungen von Prof. Dr. Rose, sagen, daß durch die Behandlung mit dem genannten Kieselfluorid folgende Vorteile erreicht werden, welche für den Wasserbau von allergrößter Wichtigkeit sind:

1. Abdichtung einer Schicht von 1 bis 2 cm;
2. Erhöhung der Härte auf das Zehnfache;
3. Unbedingte Widerstandsfähigkeit gegenüber allen in der Praxis vorkommenden chemischen Einflüssen. (W. 538.)

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Kraftwerk Sysran.

Das jetzt im Bau befindliche Wasserkraftwerk am Fluß Sysran (Rußland), dicht neben der Stadt desselben Namens, liegt an einer Biegung des Flusses und hat eine Leistung von 3540 PS. Den Gesamtplan zeigt Fig. 1.

Das Abflußbassin ist 4270 km² groß und gibt folgende Wassermengen für das mittlere Wasserjahr:

Q max.	= ∾	800,— m³
Q 6 Monate	=	9,20 m³
Q 9 „	=	6,90 m³
Q 12 „	=	3,75 m³
Q min.	=	3,40 m³

Der Damm bildet ein Gefälle von 11,75 m, welches auf der Flußbiegung noch um 1,60 m vergrößert wird, das Gesamtgefälle brutto ist also gleich 13,35 m. Das Wasserbassin vor dem Damm hat einen Nutzinhalt der oberen 4,20-m-Schicht von 26 000 000 m³, die für Regulierungszwecke verbraucht wird. Fig. 2 gibt einen Dammquerschnitt.

Das Kraftwerk hat drei Aggregate von je 1180 PS bei H netto gleich 13,0 m. Die Zwillings-Francisturbine mit horizontaler Welle haben 300 Umdrehungen pro Min. und sind in Eisenbetonkammern von etwas ungewöhnlicher Art (Fig. 3) eingebaut, die nach den konstruktivischen und ökonomischen Gründen ausgewählt sind. Ebenso ist die Maschinentype nach ökonomischen Gründen ausgewählt.

Die Ausnützung der Regulierungswassermenge fängt am 1. September an und dauert bis zum 15. März resp. 1. April.

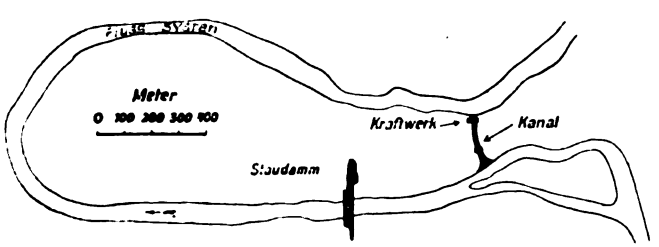


Abb. 1. Lageplan des Sysran-Kraftwerkes.

Fig. 4 zeigt einen jährlichen Leistungsplan, an dem man die Maximalleistung des Kraftwerkes für jeden Monat abhängig von dem schwankenden Gefälle, die tägliche Maximalleistungsabgabe und die tägliche mittlere Leistungsabgabe sehen kann. Das

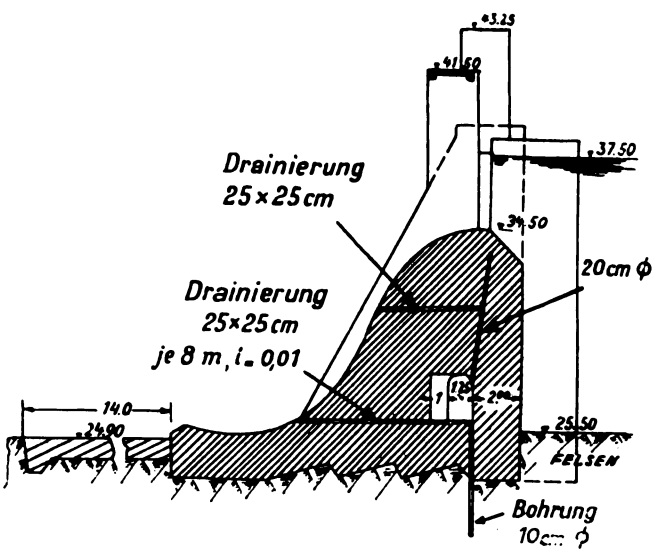


Abb. 2. Querschnitt des Staudammes.

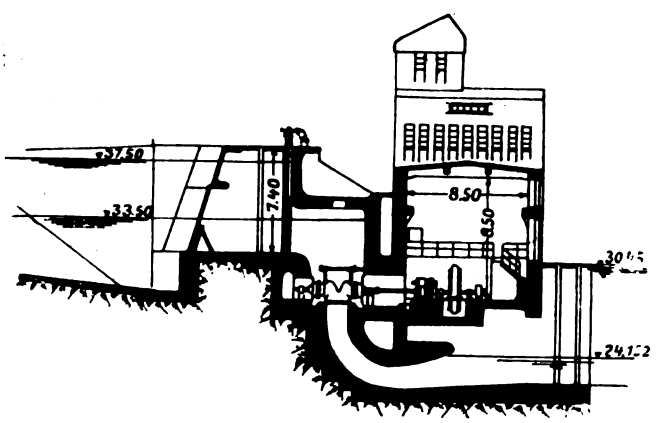


Abb. 3. Querschnitt des Kraftwerkes.

[1]) Volle Jahreserzeugung 180 000 t, das ist ungefähr die Welterzeugung im Jahre 1925.

Digitized by Google

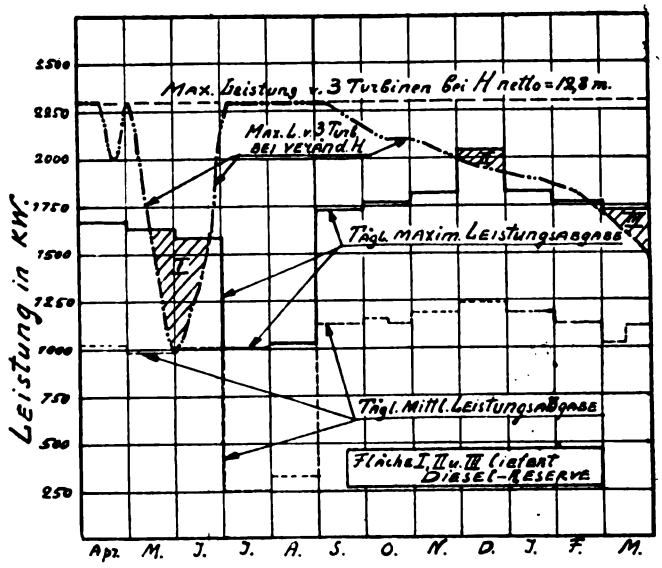

Max. Leistung v. 3 Turbinen bei H netto = 12,8 m.
Max. L. v. 3 Turb. bei verand. H
Tägl. maxim. Leistungsabgabe
Tägl. mittl. Leistungsabgabe
Fläche I, II u. III liefert Diesel-Reserve
Leistung in KW
Apr. M. J. J. A. S. O. N. D. J. F. M.

Abb. 5. Jahres-Leistungsplan.

Kraftwerk leistet jährlich 6 390 000 kWh. Neben dem Wasserkraftwerk wird ein Diesel-Reservewerk gebaut, das im Jahre 1932 660 kW groß sein wird. Die Arbeit dieses Reservewerkes wird monatlich 160 000 kWh vom 1. September bis 15. März liefern. Außerdem deckt das Dieselwerk den Leistungsmangel in der Zeit des Frühlingshochwassers, das besonders durch die Wolga Ende Mai und Anfang Juni hochgehalten wird. In dieser Zeit fällt das Gefälle bis zu einem Minimum von 8,75 m. In diesem Fall wird die durch das kleine Gefälle verminderte Kraftwerksleistung durch die Arbeit des Dieselwerkes mit der Leistung max. 660 kW vergrößert, in der Zeit von Spitzenleistungsstunden ungefähr während einer Dauer von 15 Tagen.

Das Kraftwerk ist vom Staatl. Elektrotechn. Trust projektiert und wird unter voller technischer Leitung des St. El. Trust gebaut. (W. 871) Th. Goubine.

Wasserbau

Eine neuartige Energievernichtungsanlage in Amerika.

Das Problem der Energievernichtung bei von großer Höhe abstürzenden oder mit großer Geschwindigkeit austretenden Wassermassen ist abweichend von den hierfür neuerdings angewandten Methoden (Walzenbildung, Zahnschwellen u. a.) bei der 45 m hohen Schwergewichtsstaumauer der Wasserkraftanlage Nr. 3 der Pacific Gas and Electric Co. in neuartiger und eigenartiger Weise gelöst worden.

Das Gebiet der Sperrstelle besteht durchgängig aus jungen vulkanischen Formationen, bei der auf stark klüftigen Lava und Basalten Tuffe von größerer Dichte aufliegen. Die Gründung der Sperrmauer war unter diesen Verhältnissen mit großen Schwierigkeiten verbunden; u. a. wurde die Gründungssohle durch umfangreiche Bohrungen mit Zementeinspritzung gedichtet.

Die Hochwassermengen werden durch drei Ueberfallöffnungen in der Mauerkrone abgeführt, außerdem besitzt die Mauer drei Grundablaßöffnungen. Von der Anordnung eines Tosbeckens (Wasserpolster) unterhalb des Mauerfußes in der üblichen Anordnung wurde abgesehen, da man es vermeiden wollte, die immerhin noch dichteren oberen Schichten der Talsohle abzutragen und die darunter liegenden klüftigen Gesteine freizulegen. Man begnügte sich vielmehr damit, die Talsohle unterhalb der Mauer auf 50 m Länge mit einer 1—4 m dicken horizontalen Betonsohle abzukleiden. Zur Energievernichtung ordnete man zwei Reihen senkrechter prismatischer Betonpfeiler von scharfkantigem Querschnitt an, wie sie auf der Abbildung 5 deutlich zu erkennen sind.

Günstigste Querschnittsgestaltung und Anordnung der Pfeiler wurden vor dem Einbau durch umfangreiche Modellversuche im Maßstabe 1 : 20 ermittelt. Das Ergebnis der Versuche war

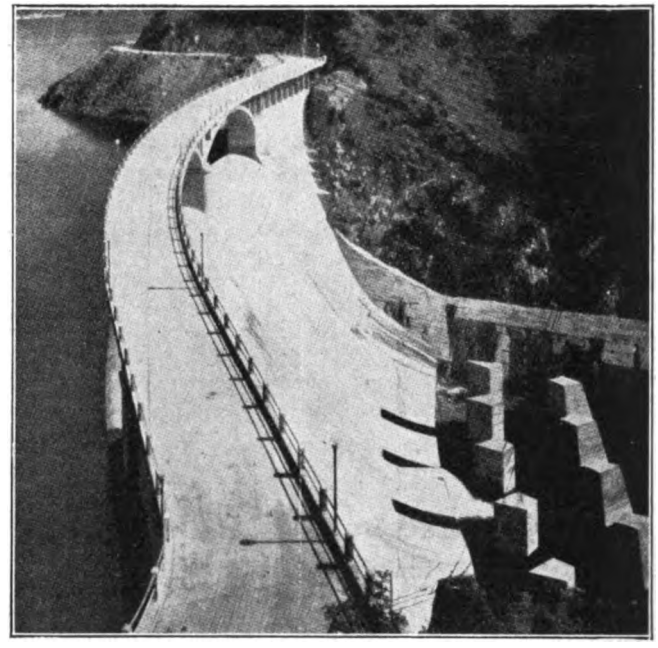


Abb. 5. Staudamm mit Energievernichter.

kurz folgendes: stark abgestumpfte Pfeilerkanten waren ungünstig, da sie das Wasser stark emporwarfen. Bessere Ergebnisse zeigten scharfkantige, eben begrenzte Pfeiler. Am besten waren die Ergebnisse mit scharfkantigen Pfeilern mit schwachkonkaven Vorderflächen in der zur Ausführung gelangten Anordnung.

Die beschriebene Energievernichtungsanlage hat sich im Betrieb auch bei den höchsten bisher aufgetretenen Wassermengen gut bewährt. Es wird angegeben, daß das Wasser das Ende des 50 m langen Sturzbettes ruhiger verläßt als dies beim natürlichen Abfluß der entsprechenden Hochwassermenge der Fall wäre (Engineering News Record vol. 96, Nr. 22 vom 3. VI. 26.). (W. 855.) Ge.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten, Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 3. 5. 1927.

27c, 11. R. 68 062. Jakob Rukstuhl, Basel; Kreiselrad-Ventilator mit schrägen Prallplatten im Tangential-Druckrohr. 3. 7. 26. Schweiz 10. 7. 25.

59b, 2. W. 74 177. Weise Söhne u. Emil Popiel, Artilleriestraße 65, Halle a. d. S. Vorrichtung zur Belüftung des Druckwindkessels von Kreiselpumpen. 9. 11. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 10. 5. 1927.

59b, 2. W. 72 832. Max Weber, Mimmenhausen, Amt Ueberlingen. In einer Grube arbeitende, handgetriebene Kreiselpumpe zur Förderung von Jauche mit Rührwerk. 10. 6. 26.

59b, 3. K. 100 343. Firma Weise Söhne u. Dipl.-Ing. Michael Knörlein, Ludwig-Wucherer-Str. 87, Halle a. d. S. Vorrichtung zur hydraulischen Ausgleichung des Achsialschubes für unreines oder sandhaltiges Wasser fördernde Kreiselpumpen. 16. 8. 25.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Geschäftsbericht für das Geschäftsjahr 1926,

dem Gesamtausschuß des DWWV in der Sitzung am 11. März 1927 von dem Geschäftsführer, Regierungsbaurat Lippert, vorgelegt.

Im Jahre 1926 muß als das wichtigste Ereignis auf dem Gebiete der Geltendmachung der Wasserwirtschaft die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel und die vom 31. August bis 8. September stattgefundene Tagung der Internationalen Weltkraft-Konferenz bezeichnet werden. Was die Schweiz hierbei geleistet hat, war vorbildlich und verdient besonderen Dank.

Es war die erste große Veranstaltung der Nachkriegszeit, an der das Deutsche Reich neben 15 anderen Staaten offiziell mit einer einheitlich von Regierungsseite zusammengestellten Schau beteiligt war. Den Höhepunkt der vom 1. Juli bis 15. September 1926 währenden Ausstellungszeit bildete zweifellos die Tagung der seit 1924 bestehenden Internationalen Weltkraft-Konferenz.

Ueber 500 Teilnehmer aus 38 Ländern waren in Basel zusammengekommen, darunter sehr viele aus Deutschland. Die der Konferenz vorgelegten 82 Berichte wurden in Form von zusammenfassenden Generalberichten der Versammlung vorgetragen und zur Diskussion gestellt. Bei diesen Verhandlungen, an denen als Vertreter des DWWV Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. h. c. Ernst Reichel, Baurat Galland, Geheimer Baurat Dr.-Ing. h. c. Soldan, Professor Krainer-Berlin, Prof. Heiser-Dresden und der Geschäftsführer Reg.-Baurat Lippert teilnahmen, berührten in der Hauptsache die drei ersten Gruppen des Programms die Interessen des Verbandes. Die Gruppe A behandelte Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt. Gruppe B behandelte den Austausch der elektrischen Energie zwischen verschiedenen Ländern und Gruppe C die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch und thermisch erzeugter Energie. Besonders das letztgenannte Thema wurde ausgiebig durchgesprochen.

Wenn auch im einzelnen die Ergebnisse der Weltkraftkonferenz, die in Form von Resolutionen niedergelegt wurden, nicht überwältigend zu nennen sind, so hat der Kongreß doch zahlreiche Anregungen gegeben und ein ungeheures Studienmaterial aus aller Herren Länder zutage gefördert, so daß der Hauptzweck einer derartigen Tagung als durchaus erfüllt angesehen werden muß.

Die Hauptversammlung des Verbandes fand am 19. April im Ingenieurhaus zu Berlin unter guter Beteiligung statt. Im Anschluß an den geschäftlichen Teil hielt Dipl.-Ing. Freiherr von Rössing, Berlin-Siemensstadt, einen interessanten, durch Lichbilder- und Filmvorführung trefflich unterstützten Vortrag „Ueber den Bau der Schwarzenbachtalsperre im badischen Schwarzwald".

Am 2. Dezember fand in den Räumen des „Rheingold" (Berlin) bei überaus großer Beteiligung ein weiterer Vortragsabend statt, auf dem Obering. L. Reichard, Berlin-Siemensstadt, die ersten näheren Angaben in der Oeffentlichkeit über die im Bau befindliche „Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands" machte. An diesem Bau ist die deutsche Industrie in hervorragendem Maße beteiligt. Anschließend an den Vortrag fand eine allgemeine Aussprache über die Frage der Wirtschaftlichkeit des Ausbaus von Wasserkräften statt. Auch hier wurde ähnlich wie in Basel von den Diskussionsrednern auf die Notwendigkeit einer Verbilligung der Wasserkraft hingewiesen, im übrigen aber dargetan, daß in Deutschland, wie zum Beispiel am Inn und anderwärts, noch gewaltige Wasserkräfte brachliegen, die trotz aller Fortschritte der Wärmeausnutzung auch heute noch ohne weiteres den Wettbewerb mit der Steinkohle aufnehmen können. Einmütig wurde die Ueberzeugung zum Ausdruck gebracht, daß die Wasserkraft auch in Zukunft ihre volle wirtschaftliche Berechtigung neben den Wärmekraftwerken behaupten wird. Dem Vortragsabend am 2. Dezember folgte ein festliches Abendessen im Bankettsaal des Restaurants „Rheingold", das allen Teilnehmern noch in angenehmer Erinnerung sein wird.

Erfreulicherweise haben die Bestrebungen des DWWV. nach einer Verbilligung des Wasserkraftausbaus bei der Behörde insofern schon Gehör gefunden, als das Reichsfinanzministerium Ende des Jahres dem Reichsrat den Entwurf zu einer Verordnung über die teilweise Befreiung neuerrichteter Wasserkraftwerke von der Körperschaft- und Vermögensteuer vorgelegt hat. Die vorgesehene steuerliche Begünstigung soll darin bestehen, daß Wasserkraftwerken, an denen die Allgemeinheit ein Interesse hat und deren Baubeginn in die Zeit vom 1. Januar 1924 bis 31. Dezember 1930 fällt, die Körperschaft- und Vermögensteuer je zur Hälfte auf die Dauer von 20 Jahren, vom Baubeginn an gerechnet, erlassen wird unter der Voraussetzung, daß das Werk innerhalb dieses Zeitraumes Abschreibungen in gewisser Höhe vornimmt. Durch die geforderten Abschreibungen soll erreicht werden, daß das Anlagekapital in erheblichem Umfange getilgt und damit ein wesentlicher Teil der Ueberteuerung der Anlagewerte aufgehoben wird. Die Verhandlungen im Reichsrat über diese Verordnung sind bisher noch nicht endgültig abgeschlossen.

Auch im Geschäftsjahr 1926 stand die Frage der Heranziehung der Wasserkraftanlagen zur Vermögensteuer im Vordergrunde des Interesses.

Durch das neue Reichsvermögensteuer-Gesetz vom 10. August 1925 in Verbindung mit dem Reichsbewertungsgesetz vom gleichen Tage wurde die bei der Besteuerung des Vermögens bis dahin maßgebende Gesetzgebung einer gründlichen Umgestaltung unterworfen, die zu einem neuen

Digitized by Google

Gutachten Dr. Sternbergs Veranlassung gab, das kurz vor der Jahreswende 1925/1926 als Mitteilung 13 unter dem Titel „Wasserkraft, Wassernutzungsrecht und Wasserkraftanlagen in der neuen Steuergesetzgebung" erschienen ist. Der Gutachter kommt auf Grund der neuen Rechtslage zu ähnlichen Ergebnissen wie in seiner ersten Arbeit (vgl. Verbandsmitteilung 8). Zwischen der Vermögensteuer für das Jahr 1924 und der jetzt geltenden Steuergesetzgebung besteht nur der eine Unterschied, daß für die Vermögensteuer 1924 der Gesamtpreis maßgebend war, der für das Grundstück einschließlich der Wasserkraftanlage am 31. Dezember 1913 aufzuwenden gewesen wäre. Dahingegen ist jetzt bei gewerblicher Benutzung des in Betracht kommenden Grundstücks dessen gemeiner Wert maßgebend, der natürlich durch das Vorhandensein der Wasserkraftanlage beeinflußt wird.

Das Jahr 1926 hat nun für die Vermögensteuer 1924 zwei Urteile des Reichsfinanzhofes gebracht, die von grundsätzlicher Bedeutung und daher für die jetzt geltende Steuergesetzgebung von Wichtigkeit sind. Die Urteile beziehen sich beide auf Anlagen in Württemberg und datieren vom 9. April 1926 I A 231/25 und vom 21. Oktober 1926 I A 156/25. In dem ersten Urteil wird bestätigt, daß ein zum Beispiel durch Verleihung auf fremdem Grund und Boden erworbenes subjektiv-persönliches Wassernutzungsrecht einen zum Betriebsvermögen gehörigen Gegenstand im Sinne des § 8 des Vermögensteuergesetzes darstellt. Der Reichsfinanzhof lehnt es ab, daß die Konzessionsgebühr als Anschaffungspreis im Sinne des § 12 Abs. 1 des Reichsbewertungsgesetzes, Durchführungsbestimmungen, für ein derartiges Wassernutzungsrecht eingesetzt wird, mit der Begründung, daß diese Gebühr nicht den den wirtschaftlichen Wert des Gegenstandes verkörpernden Preis darstelle. Als Anschaffungspreis könne daher nur der Kaufpreis eines verliehenen Rechts angesehen werden.

Wenn auch diese Entscheidung des Reichsfinanzhofes hinsichtlich der Vermögensteuer 1924 ausgesprochen wurde, so wird man doch annehmen können, daß auch bei der Feststellung der Einheitswerte nach den Vorschriften des Reichsbewertungsgesetzes der Kaufpreis als Anhaltspunkt bei der Ermittlung des gemeinen Wertes derartiger selbständiger Rechte gelten kann, wobei selbstverständlich für Abnutzung usw. entsprechende Abzüge zu machen sind.

In dem zweiten Urteil tritt der Finanzhof der Praxis der Finanzämter entgegen, die bei der Bewertung der Wasserkraft von einem Einheitswerte ausgehen. Der Reichsfinanzhof stellte sich auf den Standpunkt, daß, wo nach Maßgabe der Gesetzgebung der Anschaffungspreis des Grundstücks einschließlich einer Konzession von x PS für Ende 1913 festzustellen war, hierfür nicht der Preis ausschlaggebend sein kann, der durchschnittlich nach der Verkehrsübung als Wert einer Pferdestärke in Rechnung gestellt zu werden pflegt. Sehr treffend ist die Begründung des Reichsfinanzhofes, der darauf hinweist, daß der Kostenaufwand für den Ausbau einer Wasserkraft in jedem Einzelfalle grundverschieden sein kann, so daß die Handhabung eines einheitlichen Maßstabes für die Bewertung unmöglich ist. Die schematische Bewertung einer Wasserkraft nach einem Einheitssatze für die Pferdestärke dürfte mit dieser Entscheidung des obersten Gerichtshofes, die an und für sich für die Vermögensteuer 1924 gilt, auch für die neue Gesetzgebung abgetan sein.

In Anlehnung an die beiden oben angeführten Urteile des Reichsfinanzhofes ist nun zu Anfang des laufenden Geschäftsjahres ein neuer Erlaß des Reichsfinanzministers herausgekommen, der als eine durch die Neuordnung der Gesetzgebung gebotene Ergänzung zu dem Erlasse vom 21. März 1925 zu betrachten ist.

Auf Grund des zweiten Urteils des Reichsfinanzhofes kann, wie schon oben ausgeführt, bei Ermittlung des gemeinen Wertes eines steuerpflichtigen subjektiv-persönlichen Wassernutzungsrechtes der Kaufpreis als Anhaltspunkt gelten. Da ein Kaufpreis jedoch nur selten zur Verfügung steht, hielt es der Reichsfinanzminister für geboten, als weiteren Anhaltspunkt den auf Grund einer gegebenen Formel festzustellenden Kapitalwert der Jahresrente des Nutzungsrechtes zu bestimmen. Die Formel ist nicht starr, sondern bietet im allgemeinen Gelegenheit, die Sonderheiten einer Anlage in Rechnung zu stellen. Ob sie sich in der Praxis bewährt, wird sich wohl bald herausstellen.

Die im Jahre 1921 von Baurat Galland-Berlin angeregten Bestrebungen zur Herbeiführung einer hypothekarischen Beleihung der Wasserkräfte und der zugehörigen Wasserbauten wurden weiter fortgeführt. Bei der Schwierigkeit der Aufgabe darf man sich über den langsamen Fortgang der Angelegenheit nicht wundern. Die über diesen Gegenstand im Laufe der letzten Jahre in der Verbandszeitschrift erschienenen Aufsätze faßt Verbandsmitteilung 15 nochmals zusammen, da die Einzelhefte der Zeitschrift vergriffen sind. Am 17. Juni 1926 fand in Berlin eine unverbindliche Aussprache zwischen Mitgliedern des Verbandes und Vertretern der preußischen Ministerien für Volkswohlfahrt, Landwirtschaft, Domänen und Forsten, Handel und Gewerbe und Justiz statt. Es wurde dabei vor allem die Frage erörtert, ob nicht wenigstens bereits ausgebaute Wasserkraftanlagen durch entsprechende Auslegung des Hypothekenbankgesetzes durch die Aufsichtsbehörde beleihungsfähig gemacht werden könnten, oder ob das nur durch eine Aenderung der maßgebenden gesetzlichen Bestimmungen zu erreichen sei.

Bisher haben die Hypothekenbanken Anträge auf Beleihung von Wasserkraftanlagen durch Hinweis auf § 12 des Hypothekenbankgesetzes abgelehnt. Dieser Paragraph sieht vor, daß bei Feststellung des Beleihungswertes „nur die dauernden Eigenschaften des Grundstücks und der Ertrag zu berücksichtigen sind, welchen das Grundstück bei ordnungsmäßiger Bewirtschaftung jedem Besitzer nachhaltig gewähren kann". Es wurde bezweifelt, daß die Wasserkraft in der Hand eines jeden Besitzers einen derartigen Wert darstelle. Infolgedessen entgeht den Wasserkraftbesitzern, die in ihren Wasserbauten oft hohe Beträge festgelegt haben, die Möglichkeit, von den Hypothekenbanken — den hauptsächlichsten Kreditgebern! — eine, wenn auch nur kurzfristige Hypothek auf ihr Vermögen zu erhalten. Der DWWV hält es deshalb für seine Pflicht, kein Mittel unversucht zu lassen, die bestehenden Schwierigkeiten zu beseitigen. In der Aussprache vom 17. Juni 1926 erklärten die Vertreter der beteiligten Ministerien ihre Geneigtheit, den Verband bei diesen seinen Bestrebungen tatkräftig zu unterstützen. Insbesondere stellte der Vertreter des preußischen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Aussicht, daß dieses Ministerium von Amts wegen die Angelegenheit weiter verfolgen werde.

Dies ist inzwischen in einer im neuen Geschäftsjahr stattgefundenen erfolgversprechenden Sitzung geschehen.

Um einen Ueberblick über das in Deutschland in den Bauten der Wasserkraftanlagen investierte Kapital zu erhalten, wurden im abgelaufenen Geschäftsjahre von der Geschäftsstelle statistische Unterlagen gesammelt, die ergaben, daß es sich um eine Summe von mindestens 1,5 Milliarden Goldmark handelt. Die Anfragen des Verbandes fanden bei den zuständigen Behörden der einzelnen Länder überall volles Gehör. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß im Jahre 1926 zum ersten Male nach dem Kriege wieder von Bayern und Baden eingehende Wasserkraftstatistiken herausgegeben worden sind. In anderen Ländern, insbesondere in Preußen, scheint man die Hoffnung auf eine amtliche Neubearbeitung der längst veralteten Wasserkraftkataster noch lange zurückstellen zu

Digitized by Google

müssen. Die beiden neuen Statistiken deuten darauf hin, daß die Zahl der Wasserkraftanlagen in ständigem Rückgang begriffen ist, daß aber anderseits die aus der Wasserkraft gewonnene Leistung sehr stark wächst. Auf Kosten der DWWV und der Deutschen Ges. f. Bauingenieurwesen wurde im abgelaufenen Geschäftsjahre von Prof. Dr.-Ing. Ludin, Berlin, eine Statistik der deutschen Großwasserkraftanlagen über 5000 Pferdestärken bearbeitet.

Die im Jahre 1921 vom DWWV gemeinsam mit dem Verein Deutscher Ingenieure herausgegebenen „Normen für Leistungsversuche an Wasserkraftanlagen", die als Verbandsmitteilung 5 erschienen, wurden im Berichtsjahr einer durchgreifenden Umarbeitung unterzogen, um die sich Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. ehrh. Ernst Reichel und Baurat Galland besonders verdient machten. Der Titel wurde in „Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen" abgeändert. Die Gruppierung des Stoffes ist in der Hauptsache dieselbe geblieben.

Die deutschen „Regeln" berücksichtigen im Gegensatz zu den amerikanischen bei der Bestimmung des Wirkungsgrades der Wasserkraftmaschinen auch alle Verluste, die die Regulierung der Turbine mit sich bringt, sowie diejenigen, die hinter der Turbine auftreten. Bei internationalen Wettbewerben kann dieser Umstand bei einem Vergleich der angebotenen Wirkungsgrade leicht zu Mißverständnissen führen. Es ist deshalb auf der Baseler Weltkraftkonferenz für die Zukunft eine internationale Vereinheitlichung der Regeln ins Auge gefaßt worden.

Nachdem der Verband im Jahre 1925 in Nr. 7 seiner „Mitteilungen" eine Darstellung der Eintragung von Wasser- und Fischereirechten ins preußische Wasserbuch gegeben hatte, wurde im Berichtsjahre eine Verbandsmitteilung 14 von dem gleichen Verfasser, Wirklichen Geheimen Oberregierungsrat Peltzer herausgegeben, die die Verleihung und Sicherstellung nach dem preußischen Wassergesetz mit Beachtung der von dem Landeswasseramt und seinem Nachfolger, dem Wasserwirtschaftlichen Senat beim Oberverwaltungsgericht bis zum Frühjahr 1925 ergangenen Entscheidungen behandelt.

Da der Weg zu einem einheitlichen deutschen Wasserrecht noch sehr weit ist, ist es für den Verband erforderlich, Einzeldarstellungen der in den verschiedenen deutschen Ländern zurzeit herrschenden Grundsätze auf dem Gebiete des Wasserrechts herauszubringen. Nachdem bisher nur Darstellungen des preußischen Wasserrechts gegeben waren, wurden in Mitteilung 16 von Oberregierungsrat Dr. K. v. Bayer-Ehrenberg, Karlsruhe, die für den badischen Wassernutzer wichtigsten Bestimmungen der badischen Wassergesetzgebung in gemeinverständlicher Darstellung eingehend behandelt. Für das nächste Geschäftsjahr sind weitere Mitteilungen über das württembergische und bayerische Wassergesetz in Vorbereitung.

Das Mitgliederverzeichnis (Mitteilung 6) wurde nach dem Stande vom 1. April 1926 neu gedruckt; desgleichen der Geschäftsbericht für 1925 als „Mitteilung 10".

Ueber die zulässige Stabentfernung bei Turbinenrechen mit Rücksicht auf die Erhaltung des Fischbestandes wurden im abgelaufenen Geschäftsjahr an zwei Wasserkraftanlagen Versuche mit lebenden Aalen gemacht. Nach der zurzeit geltenden Ausführungsanweisung zum preußischen Fischereigesetz vom 16. März 1918 müssen vor den Turbinen Stabrechen mit einem Höchstabstand von 20 mm eingebaut werden, um auf diese Weise das Eindringen von Fischen in die Turbinen zu verhindern. Die neuzeitliche Entwicklung des Wasserturbinenbaues hat den Spalt zwischen Leit- und Laufradschaufeln, der bei älteren Francisturbinen oft nur wenige Millimeter beträgt, immer größer werden lassen, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß Turbinen mit großem Spalt von eingedrungenen Fischen unbeschädigt passiert werden können. Die Ergebnisse der beiden obenerwähnten durchgeführten Versuche, die sich recht schwierig gestaltet haben, widersprechen sich. Neue Versuche an anderen Anlagen werden die Angelegenheit so klären müssen, daß von der Behörde nötigenfalls eine Aenderung der Bestimmungen verlangt werden kann.

Als Vertreter des Verbandes gehören dem Märkischen Wasserstraßenbeirat an: Geh. Regierungsrat Professor Grantz und Wirklicher Geh. Oberbaurat Nolda. Herr Geheimrat Grantz gehört außerdem dem Reichswasserstraßenbeirat als Mitglied an. Auch in dem Wasserstraßenbeirat für den Rhein und für das Ems-Weser-Gebiet ist ein Vorstandsmitglied, Direktor Dr.-jur. Selbach, Essen, vertreten.

Im abgelaufenen Geschäftsjahre hat der DWWV sich der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft angeschlossen, bei der er durch Baurat Galland vertreten wird.

Die Mitgliederzahl des Verbandes betrug am Ende des Berichtsjahres 726.

Der ständigen Werbetätigkeit der Verbandsgeschäftsstelle ist zu verdanken, daß der Mitgliederstand gehalten wurde, trotzdem eine Reihe von Mitgliedern infolge Tod, Verschmelzung, Konkurs ausschieden. Insbesondere hat auch das an Hochwassern überaus reiche Jahr 1926 manchen Wassernutzer in wirtschaftliche Not gebracht, an der die von staatlicher Seite gegebenen Notstandsbeihilfen wenig bessern konnten.

Trotz aller Ungunst war der Eingang der Mitgliedsbeiträge befriedigend, so daß auch im abgelaufenen Geschäftsjahr eine geringe Rücklage gemacht werden konnte.

Auf der Hauptversammlung am 19. April 1926 wurden die folgenden ausscheidenden Gesamtausschußmitglieder

Oberbürgermeister Eichhoff, Vorsitzender des Ruhrtalsperrenvereins, Dortmund;

Bergrat Dr.-Ing. h. c. Funcke, Generaldirektor der Gelsenkirchener Bergwerks-A.G., Dortmund;

Baurat Leo Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15;

Geh. Regierungsrat Grantz, ordentl. Professor für Wasserbau, Berlin SW 11;

Dr. Hegeler, Generaldirektor des Wasserwerks für das nördl. westf. Kohlenrevier, Gelsenkirchen;

Baudirektor Dr.-Ing. h. c. Helbing, Emschergenossenschaft, Essen (Ruhr);

Oberbürgermeister Dr. Johansen, Krefeld;

Generalsekretär Dr. Schlenker, Düsseldorf, Stahlhof;

Rudolf Ziersch, Vorsitzender der Industrie- und Handelskammer, Barmen;

wiedergewählt, und die Herren

Dr. Böhmer, Preußische Hauptlandwirtschafts-Kammer, Berlin SW 11;

Dipl.-Ing. Franz Langlotz, Direktor der Isarwerke, G. m. b. H., München;

Beigeordneter Stadtbaurat Dr.-Ing. Roth, Elberfeld (für Oberbürgermeister Dr. Kirschbaum, Elberfeld)

dem Gesamtausschuß neu zugewählt.

Für die Verbandszeitschrift, über deren Herausgabe unter dem Titel „Deutsche Wasserwirtschaft" mit dem Rom-Verlage R. Otto Mittelbach, Charlottenburg, ein Vertrag abgeschlossen war, wurde im Jahre 1926 ein Zuschuß von 7080 Mark geleistet. Da sich im Laufe der Zeit verschiedene Unzuträglichkeiten mit dem genannten Verlage herausgestellt hatten, wurde der bestehende Vertrag Ende Dezember 1925 zum Ende Dezember 1926 unsererseits gekündigt. Mit der Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G. in München, bei der bisher die „Wasserkraft" erschien, wurde ein neuer Vertrag abgeschlossen, nach dem diese Zeitschrift ab 1. Januar

Digitized by Google

1927 unter dem Titel „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" als alleiniges Organ des Verbandes erscheint. Als Herausgeber der „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" zeichnen: Geh. Baurat Dr.-Ing. h. c. Soldan, Berlin; Geh. Regierungsrat Dr.-Ing. h. c. Ernst Reichel, Berlin; Oberbaudirektor Professor Dantscher, München, und Reg.- und Baurat a. D. Professor Heiser, Dresden.

Der Umfang der Tätigkeit der Geschäftsstelle war wiederum überaus groß, wobei, wie üblich, sich eine Reihe von Herren des Vorstandes und des Gesamtausschusses in selbstloser Weise zur Verfügung stellte. Die erteilten Auskünfte betrafen rechtliche, wirtschaftliche, technische und geschäftliche Fragen; vielfach wurden auch mit den örtlichen Verhältnissen vertraute Sachverständige oder Anwälte namhaft gemacht. (W. 114)

Ablauf der Eintragungsfrist von Fischerei-Rechten in Preußen.

Bis spätestens zum 14. April 1927 sind in Preußen die Fischereirechte zur Eintragung in das Wasserbuch bei der zuständigen Wasserbuch- oder Wasserpolizeibehörde anzumelden. Das Verfahren der Eintragung selbst braucht bis dahin nicht erledigt zu sein. Das preußische Fischerei-Gesetz vom 11. Mai 1916 ist nämlich am 15. April 1917 in Kraft getreten und enthält im § 11 Abs. 2 die Bestimmung, daß Fischereirechte, die nicht dem Eigentümer des Gewässers zustehen, mit Ablauf von 10 Jahren zur Eintragung in das Wasserbuch, Abteilung Fischereirechte, anzumelden sind. Auf Rechte, die im Grundbuch des belastenden Wassergrundstückes eingetragen sind, sind diese Vorschriften nicht anzuwenden.

Fischereiberechtigt ist nach § 7 des Fischereirechtes der Besitzer des Wasserlaufes, wenn nicht vor dem Inkrafttreten des Gesetzes ein anderer Berechtigter vorhanden war. Eigentümer eines Wasserlaufes II. und III. Ordnung ist nach § 8 des preußischen Wassergesetzes der Anlieger, diese sind somit auch Fischereiberechtigte. Eine Eintragung von Fischereirechten, die innerhalb des Eigentums bestehen, kommt nicht in Frage. Fischereirechte, die jedoch innerhalb fremden Eigentums bestehen, sind zur Eintragung in das Wasserbuch anzumelden.

Für die Eintragung ist zunächst der Nachweis nötig, daß das Fischereirecht tatsächlich besteht. Da nur in wenigen Fällen in Verkoppelungsrezessen die Rechte genannt und da auch sonst nur selten Vereinbarungen oder Dokumente vorhanden sind, so muß als Nachweis der Rechte eine eidesstattliche Erklärung eines Zeugen, zum Beispiel des Ortsältesten, oder auch des Fischereiberechtigten selbst beigebracht werden. Diese eidesstattliche Erklärung soll etwa folgenden Wortlaut haben:

Abschrift.

Eidesstattliche Erklärung.

Der Unterzeichnete . . . . . .
geb. am . . . . . in . . . . . .
versichert durch eigenhändige Unterschrift, an Eidesstatt, daß die Fischerei in der . . . . . auf der Strecke . . . . . von . . . . . bis . . . . . (oder mittels seines Aalfangs an der Freischleuse der . . . . . Mühle) schon mehr als 30 Jahre vor dem 1. Mai 1914 von dem jeweiligen Besitzer (der . . . . . Mühle) oder von mir ohne Widerspruch ausgeübt worden ist.

. . . . . den 1927

Die Richtigkeit der eigenhändigen Unterschrift beglaubigt

. . . . . den . . . . .

Der Amtsvorsteher.

Für die Anmeldung wird auf Antrag von dem Bezirks-Ausschuß, Abteilung Wasserbuch, und den Landräten kostenlos ein Fragebogen abgegeben, deren Ausfüllung meist den zu stellenden Antrag erschöpfend erläutert. Im übrigen sei hier auch auf die Anlage am Schlusse der Mitteilung Nr. 7 von 1925 des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes „Das preußische Wasserbuch" verwiesen. Zweckmäßig kann die Beifügung einer Karte (Meßtischblatt 1 : 25 000) sein, in der die Fischereistrecke kenntlich gemacht ist. Der Antrag kann auch bei den beiden vorgenannten Behörden mündlich zu Protokoll gegeben werden.

Aalfangvorrichtungen an den Freischleusen der Wassermühlen sind, wenn die Gesamtfischerei am Flußlauf einem anderen gehört, sehr oft alte Rechte, die auf Grund des Fischereirechts ins Wasserbuch eingetragen werden können.

Mit der Stellung des Antrags ist der Anmeldepflicht genügt und die Frist gewährt. Die Anmeldung kann sofort vorgenommen, die zugehörigen Mitteilungen dahingegen können auch noch später nachgereicht werden. (W. 961.)

Berichtigung.

In dem Abdruck obiger Bekanntmachung in Heft 4, Seite 64, unserer Zeitschrift ist in der eidesstattlichen Erklärung der Termin „15. 4. 1918" stehen geblieben. Dieses Datum ist gleichlautend mit vorstehendem Abdruck auf „vor dem 1. Mai 1914" zu berichtigen.

Die Schriftleitung.

Verleihungen.

I. Der Landgemeinde Kefferhausen im Kreise Heiligenstadt wird auf Grund der §§ 46 ff, 200, 203 des Wassergesetzes vom 7. April 1913 das dauernde Recht verliehen,
zwecks Versorgung der Ortseinwohner von Kefferhausen mit Trink- und Wirtschaftswasser das unterirdische Wasser des auf der Parzelle Nr. 30 Gemarkung Kefferhausen Kartenblatt 11 entspringenden Eschenborns, einer Quelle des Eschenbornbaches, in einer Gesamtmenge bis zu 90 cbm täglich zu Tage zu fördern und der Wasserleitung der Gemeinde zuzuleiten.

II. Die Verleihung wird an folgende Bedingungen geknüpft:
1. Der Zulauf zum Hochbehälter muß durch einen Schieber so geregelt werden, daß dem Hochbehälter nicht mehr als 90 cbm pro Tag zufließen.
2. Die Ausmündung des Zuflußrohres von der Quelle zum Hochbehälter muß so angelegt werden, daß ein bequemes Messen des Zuflusses möglich ist.

III. Das Unternehmen muß bis zum 1. April 1928 ausgeführt und in Betrieb genommen sein.

(W. 107) Der Bezirksausschuß zu Erfurt.

Verleihungen des Bezirksausschusses Hannover.

Lfd. Nr.	Wasserlauf	Antragsteller	Gegenstand	Behörde
67	Leine (Nr. 484) II. Ordng.	Woll-Wäscherei und Kämmerei in Hannov. Döhren	Wasserbenutzungsrechte.	17. 2. 27.
68		Schneider und Hesse in Hannover Lauenstein	„	13. 1. 27.
69	Leine I. Ordnung	Hannov. Gummiwerke Excelsior in Hannover	„	B.A. Hannover Verl. Urkunde
70	Leine (Nr. 484) II. Ordnung	Fabrikdirektor Heinze-Hannover	„	B.A. Hannover Verl. Urkunde v. 17. 2. 27.
71	Weser	Magistrat in Nienburg	„	B.A. Hannover Verl. Beschluß v. 9. 12. 26.

(W. 118.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 8 — 15. APRIL — 1927

Aus dem Inhalt: Einladung des DWWV. / Zur spezifischen Drehzahl hydraul. Maschinen. / Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Flußläufe (Ende). / Ueber Grundwasserbewegung (Forts. folgt). / Berichtigung. / Rundschau. Bahnelektrisierung: Die deutsche Bahnelektrisierung 1926/27. / Wasserkraftanlagen: Die Talsperre von Eguzon. / Talsperre bei Karlstal. / Die Wasserkraftanlage der Stadt Ulm bei Donaustetten. / Literatur: Zeitschriftenschau. / Eingegangene Bücher. / Buchbesprechungen. / Die Kolbenpumpen. / Geschäftliches: Bayernwerk A.G. / Walchenseewerk A.G. / Mittlere Isar A.G., München. / Innwerk Bayerische Aluminium A.G., München. / Deutsche Patentschau. / An unsere Leser. / Verbandsnachrichten: Eisenbahn und Wasserstraßen. / Gründung einer Flußüberwachungsstelle in Halle an der Saale.

Einladung.

Der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. gibt sich die Ehre, seine verehrlichen Mitglieder zu seiner **Montag, den 25. April d. J., nachmittags 4½ Uhr** im Gebäude des **Reichswirtschaftsrates, Berlin, Bellevue-Straße 15** (in Nähe des Potsdamer Platzes), I. Stock, Saal 37 (sozialpolitischer Ausschuß) stattfindenden

ordentlichen Hauptversammlung

ergebenst einzuladen.

Tagesordnung des geschäftlichen Teiles

1. Geschäftsbericht für 1926.
2. Kassenbericht für 1926. Bericht der Rechnungsprüfer. Entlastung des Vorstandes.
3. Wahl zweier Rechnungsprüfer für 1927.
4. Haushaltplan für 1927 und Festsetzung des Mindestbeitrages für 1927.
5. Neuwahlen für die satzungsgemäß ausscheidenden Vorstands- und Ausschußmitglieder und Zuwahlen zum Gesamtausschuß.
6. Verschiedenes.

Um **5 Uhr** folgt im **Plenarsaal** des Reichswirtschaftsrates ein **Lichtbildervortrag des Herrn ord. Professors** für Wasserbau an der Technischen Hochschule Dresden **H. Heiser** über das Thema:

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harze.

Anschließend an den Vortrag treffen sich die Teilnehmer zu einem **zwanglosen Zusammensein** im **Erfrischungsraum des Reichswirtschaftsrates.**

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V.

Der I. Vorsitzende
i. V.: Dr. Ing. E. Reichel,
Geh Reg.-Rat u. Prof.

Der Geschäftsführer
Lippert,
Regierungsbaurat.

Digitized by Google

Zur spezifischen Drehzahl hydraulischer Maschinen.

Von Ing. C. Reindl, München.

Inhaltsangabe. Der eigentliche praktische Zweck der Drehzahl-Kennziffer erfordert nicht deren Dimensionslosigkeit, da auch andere ebenso wichtige Vergleichswerte nicht dimensionslos sein können, da ferner nur ein beschränkter Teil der hydraulischen Maschinen mit der Propellertheorie bzw. der Aerodynamik zusammenhängt. Dagegen eröffnen sich den Beziehungen der spezifischen Drehzahl-Kennziffern zur Propellertheorie andere Möglichkeiten hinsichtlich der Kavitations- und Höchstdrehzahlfragen.

Von den zur Charakterisierung der Gattungseigenschaften dienenden Kennzahlen ist die bei hydraulischen Maschinen übliche Kennzahl wohl die komplizierteste, weil die durch die Kennzahl zum Ausdruck kommenden Konstruktionsgrößen von drei Faktoren, von Drehzahl, Leistung und Gefälle, abhängen, während anderswo fast stets eine Funktion zweier Veränderlicher vorliegt. Es sei nur an die charakteristischen Größen des Elektromaschinenbaues erinnert, zum Beispiel an die spezifische Leistung, ausgedrückt durch den Quotienten aus Leistung und Drehzahl (kW/n, Dimension $L \cdot G$), die spezifischen Belastungen usw. entsprechend der physikalischen Grundlage der Induktion mit ihrem Bestimmtsein durch Feldstärke und Schnittgeschwindigkeit, d. h. Durchmesser und Drehzahl. Seit nunmehr 25 Jahren ist auf dem Gebiet der hydraulischen Maschinen als Kennziffer die Zurückführung der Drehzahl auf die Leistung von 1 PS als der üblichen technischen Leistungseinheit und auf das Gefälle von 1 m gebräuchlich, zunächst von Camerer für die hydraulischen Kraftmaschinen (Turbinen) eingeführt und dann auch auf die hydraulischen Arbeitsmaschinen (Kreiselpumpen) übernommen.

Der Zweck einer solchen Kennziffer ist — und darauf muß bei den Anregungen der neuesten Zeit zur Einführung anderer Kennziffern geachtet werden — nicht die Verbindung zwischen Ausführung und Theorie, nicht die Zurückführung der Konstruktionsgrößen auf theoretische Grundlagen, sondern einzig der rein praktische Zweck des raschen Vergleiches meßbarer oder gemessener Betriebseigenschaften und Dimensionen der Ausführung.

Daraus ergibt sich schon geradezu die Forderung, daß die Kennziffer in den Einheiten des technischen Maßsystems ausgedrückt sein muß, welches auch bei der Leistungsmessung und bei den Größenbemessungen üblich ist. Es erscheint zwecklos und den Vergleich mit der fremden Literatur bzw. mit Angaben im englischen Maßsystem nicht im mindesten erleichternd, wenn zwar an Stelle der spezifischen Drehzahl unseres technischen Maßsystems (m kg sec) eine dimensionslose Vergleichszahl vorliegt, wenn aber dennoch alle Konstruktionsgrößen vom Gefälle bis zu den charakteristischen Durchmessern — und streng genommen sogar die Leistung von HP in PS — und alle Geschwindigkeiten umgerechnet werden müssen. Außerdem ergeben auch die durch Messungen ermittelten Leistungs- und Konstruktionswerte nicht unmittelbar die dimensionslose spezifische Winkelgeschwindigkeit als dimensionslose Vergleichsziffer nach Thoma's Vorschlag;[1]) die Winkelgeschwindigkeit ist kein unmittelbar meßbarer oder weiterhin bei Berechnungen und Vergleichen brauchbarer Wert. Wenn weitere Vergleiche verschiedener Ausführungen gezogen werden sollen, ist eine Umrechnung der dimensionslosen Vergleichsziffer auf die Basis von Gefälle und Leistung nach unserem Maßsystem, d. h. also auf die spezifische Drehzahl des m kg sec-Systems, doch unerläßlich. Denn die spezifische Drehzahl ist doch nur eine der vielen Größen, welche miteinander zu vergleichen sind und das Interesse des Konstrukteurs beanspruchen. Es fallen also, wenn man die spezifische Drehzahl dimensionslos halten will, keine Umrechnungen fort, im Gegenteil muß dann doch diese dimensionslose Drehzahl- oder Winkelgeschwindigkeitsziffer in die spezifische Drehzahl umgerechnet werden, um den Zusammenhang mit allen übrigen Größen herstellen zu können und dann ist die Umwandlungszahl 4,45 zwischen n_s im metrischen und im englischen Maßsystem weit einfacher und dem Rechenschieber angepaßter als die Umwandlung von ω_s in n_s mit den Faktoren 0,00517 (metr. System) bzw. 0,023 (engl. System) oder die Rechenoperationen mit dritten und vierten Potenzen und vierter Wurzel nach Eck[2]) bzw. der

Es soll nun damit keineswegs die spezifische Drehzahl $n_s = n_l \cdot \sqrt{N_l}$ nur deshalb, weil sie eben seit 25 Jahren verwendet wird, verteidigt werden; ein Uebergang zu einer anderen Charakteristik erscheint aber nur dann gerechtfertigt, wenn es sich um etwas Besseres, Einfacheres handelt, und dies ist bei allen bisherigen Vorschlägen für die Bedürfnisse der Praxis, welche nur unmittelbar Meßbares vergleichen will und aus Vergleichen wieder nur Meßbares gewinnen will, noch nicht der Fall. Dr. Eck hebt a. a. O. die Kenntlichmachung des Zusammenhanges zwischen Turbinen, Kreiselpumpen, Schiffs- und Luftschrauben und Windrädern als eine Aufgabe der Drehzahlenkennziffer hervor; ein solcher Zusammenhang gilt nun aber nicht allgemein für den Wasserturbinenbau, sondern nur für dessen — wohl stets die kleinere Hälfte darstellendes — Teilgebiet der Propeller, und um die Francisturbinen in den Begriff des Belastungsgrades und Fortschrittsgrades hereinzuziehen (oder hereinzuzwängen) sind schon recht weitgehende Ersatzbilder nötig. Für Freistrahlturbinen gilt die Ecksche Beziehung für die Kennziffer überhaupt nur mehr numerisch, jede Definition muß dort versagen. Für denjenigen, welcher Konstruktionswerte vergleichen oder aus dem einer Anlage zugrunde liegenden Werten H, N und n ein Bild über die vorteilhaft zu verwendende Turbine gewinnen muß, oder der die Drehzahl einer Turbine für bestimmte Verhältnisse anzugeben hat, ist der Zusammenhang zwischen Turbine und Luftschraube absolut uninteressant, dagegen einfachste mechanische Ausführbarkeit der möglichst kurzen Rechnungen und ein Ergebnis im üblichen Maßsystem die Hauptsache. — In gewissen Sonderfällen, bei Propellerturbinen, also ohne Einführung von Zwangsbildern, erscheint dagegen die Wahrung jenes Zusammenhanges aus anderen noch zu erwähnnden Gründen zweckdienlich und aussichtsreich. Bei Rädern mit rein radialem Durchfluß (Kreiselpumpen) und mit radialem Eintritt und teils radialem, teils axialem Austritt (Francisrädern) kann von einem Belastungsgrad als Quotient aus Schub $\gamma \cdot H$ und Staudruck $\frac{c_m^2 \cdot \gamma}{2g}$ keine Rede sein, weil dort diese Kräfte vorwiegend oder überhaupt in radialer Richtung, zentrifugal oder zentripetal, wirken. Eine Gemeinsamkeit der Charakteristiken aller dieser Formen hydraulischer Maschinen mit denjenigen Formen, welche den Propellergesetzen unterliegen, zwangsweise und rein numerisch ohne physikalische Gleichheit oder sogar entgegen dem physikalischen Verhalten herbeiführen zu wollen ist keineswegs nötig. So fruchtbar die gemeinsame Betrachtung der Propellerwirkung in unbegrenztem Medium (Schiffsschrauben, Trag-

[1]) Dr. D. Thoma, Die experimentelle Forschung im Wasserkraftfach. „Z. d. V. d. I.", 1925, H. 11, S. 330.

[2]) Dr. Eck, Das Wesen der spezifischen Drehzahl. „Z. d. V. d. I.", 1926, H. 30, S. 1015, und „Schweiz. techn. Zeitschr.", 1926, H. 47, S. 823. Umrechnungsfaktor 646.

Digitized by Google

flächen) und in begrenztem Medium (Turbinen-Propeller, Schraubenpumpen) theoretisch wie konstruktiv ist, so wenig kann auf dem in sich geschlossenen Gebiet der hydraulischen Maschinen und ihrer Anwendung — die charakteristischen Kennziffern dienen doch hauptsächlich der Anwendung und Systemwahl — eine Trennung in eine der Propellertheorie folgende Gruppe und eine andere, der Reaktion in zellenförmigen Gefäßen und schließlich noch in eine der Aktionswirkung des freien Strahles unterliegende Gruppe statthaben. Für die Charakterisierung letzterer (der Freistrahlturbinen) bietet die von Eck vorgeschlagene Kennzeichnung nach Belastungsgrad mal Quadrat des Schubbeiwertes $\nu = H \cdot g/u^2$ keinen Anhaltspunkt mehr.

Die Dimension der gebräuchlichen „spezifischen Drehzahl" $n_s = n \cdot N^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{5}{4}}$ ergibt sich im technischen Maßsystem, wenn L = Längeneinheit, G = Gewichtseinheit und T = Zeiteinheit bedeutet, zu:

$$\text{Dimension } n_s = L^{-\frac{3}{4}} \cdot G^{\frac{1}{2}} \cdot T^{-\frac{3}{2}}$$

für ein Medium mit dem spez. Gew. = 1 (Gewichtseinheit = Gewicht einer Raumeinheit) kann $G = L^3$ gesetzt werden, so daß

$$\text{Dimension } n_s = L^{\frac{3}{4}} \cdot T^{-\frac{3}{2}}$$

wird. Daraus folgt die Abhängigkeit der Kennziffer von der Längeneinheit (dem Längenmaß-System), da die Zeiteinheit allen Maßsystemen gleich ist; weil ferner das Maß für die Leistung N in PS und HP nur sehr gering verschieden ist, wird die Beziehung zwischen n für L in Metern und n_s für L in Fuß fast nur von $L^{-\frac{5}{4}} = 4{,}45$ bestimmt.

Die spezifische Winkelgeschwindigkeit nach D. Thoma $\omega_s = \left(\omega \cdot A^{-\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{5}{4}}\right) \cdot g^{-\frac{3}{4}} \cdot \gamma^{-1}$ enthält im ersten Glied, welches sonst in seiner Dimension der spezifischen Geschwindigkeit entspricht, die Winkelgeschwindigkeit statt der Drehzahl und die Leistung in ihrer Einheit, also m · kg · sec oder Fuß · Pfund · Sek. statt der üblichen Meßgröße PS; die beiden letzten Glieder eliminieren den Einfluß der Maßsysteme durch Bezug auf ein Schwerefeld = 1. Die Dimension von ω_s wird daher

$$\omega_s \left(T^{-\frac{3}{2}} \cdot L^{-\frac{3}{4}} \cdot G^{\frac{1}{2}}\right) \cdot L^{\frac{3}{4}} \cdot T^{\frac{3}{2}} \cdot G^{-\frac{1}{2}} = 1:$$

die spezifische Winkelgeschwindigkeit ist eine absolute Zahl und wäre als solche eine ideale Vergleichszahl, wenn eben nicht alle übrigen interessierenden Vergleichsgrößen dennoch die Umrechnung erfordern würden. —

Beide Kennziffern gelten für Kraftmaschinen ebenso wie für Arbeitsmaschinen, wobei als Leistung N bzw. A die abgegebene Leistung gilt, also die gebremsten PS oder mkg bei der Turbine oder die geförderte Wassermenge bei der Pumpe, in deren Falle die spezifische Drehzahl als jene einer geometrisch ähnlichen Pumpe definiert ist, welche bei einer Förderhöhe von 1m eine Nutzleistung von 75 kg/sec (bei Wasser also 75 l/sec) abgibt; bei der spezifischen Winkelgeschwindigkeit gilt sinngemäß die gelieferte Gewichtseinheit der Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1 entgegen dem Schwerefeld 1. Die spezifische Winkelgeschwindigkeit bei den hydraulischen Arbeitsmaschinen hat in der Literatur bereits Eingang gefunden.[3])

[3]) Medici, Pompe Centrifughe. Mailand, 1927, S. 270.

Eck geht in seiner Ableitung der Kennziffer aus Belastungsgrad und Schubbeiwert von der Gleichstellung der Ausdrücke

$$n_s = n \cdot N^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{5}{4}} \qquad 3{,}65 \cdot n \cdot Q^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{3}{4}}$$

aus und rechnet mit dem letzteren, die Wassermenge einführenden Ausdruck weiter, so daß seine Ableitung wohl für Pumpen gilt, wobei Q der abgegebenen Leistung entspricht. Bei Turbinen jedoch bezieht sich das so erhaltene Ergebnis nicht auf die abgegebene Leistung, sondern auf die Rohleistung, die Kennziffer ist also kein Vergleichsmaßstab für die Turbinen. Wenn die spezifische Drehzahl bzw. Kennziffer einer Kraftmaschine als Funktion der verarbeiteten Wassermenge ausgedrückt werden soll, was aber schon den Nachteil hat, daß nicht die aufgenommene Wassermenge, sondern die abgegebene Leistung kennzeichnend für die Verwendung ist, so muß der Faktor $Q \cdot \eta$ in Rechnung gezogen werden:

$$n_s = 3{,}65 \cdot n \cdot (Q \cdot \eta)^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{3}{4}}.$$

Das Ergebnis wird um so unrichtiger, als die spezifische Drehzahl von $\eta^{\frac{5}{4}}$ abhängig ist. Die Ecksche Kennziffer für Turbinen wird demnach

$$\psi = 0{,}01582 \cdot n \cdot (Q \cdot \eta)^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{3}{4}} = n_s \cdot \frac{1}{632} \cdot \eta^{\frac{1}{2}}:$$

Die Ausrechnung aus den praktisch vorliegenden Ausgangswerten n, N und H ist also sicher unhandlicher als jene der üblichen spezifischen Drehzahl.

Im übrigen ist diese Kennziffer nicht dimensionslos; man ersieht sofort, daß die Dimension von

$$\frac{H^3 \cdot \pi^2 \cdot g^2 \cdot 60^4}{8 \cdot Q^2 \cdot \eta^2 \cdot \pi^4 \cdot n^4} \text{ sich zu } L^{-1} \cdot T^{-6}$$

und die Dimension von ψ sich zu $L^{\frac{3}{4}} \cdot T^{-\frac{3}{2}}$ wie die Dimension der spezifischen Drehzahl ergeben muß.

Dagegen vermag die Einführung von Propellerbeiwerten, wie sie Belastungsgrad und Schub darstellen, zur Erweiterung der Bedeutung der spezifischen Drehzahl als Kennzahl für die Kavitationsverhältnisse vielleicht Bedeutung gewinnen. Der Schubbeiwert ν läßt sich als $H \cdot g/u^2$ definieren. Anderseits folgt aus der von Föttinger aufgestellten Kavitationsgleichung,[4]) welche auch die Geschwindigkeiten durch Einführung einer aus den Konstruktionsgrößen entnehmbaren Geschwindigkeit — der Umfangsgeschwindigkeit u — berücksichtigt, wenn wir mit s eine für Modell und Ausführung konstante dimensionslose Grenzzahl $= \frac{H_a - H_s}{u^2 / 2g}$ bezeichnen, daß

$$u^2 = \frac{(H_a - H_s) \cdot 2g}{s} \text{ ist.}$$

In die von Eck a. a. O. eingeführte Kennziffer $\sigma \cdot \nu^2$ aus Belastungsgrad und Schubbeiwert und in deren Beziehung zur spezifischen Drehzahl $\psi = n_s \cdot \frac{1}{646}$ eingeführt, ergibt sich für die spezifische Drehzahl (σ = Belastungsgrad, ν = Schubbeiwert):

$$n_s = \frac{646}{(\sigma \cdot \nu^2)^{\frac{1}{4}} \cdot \eta^{\frac{1}{2}}} \qquad \frac{646}{\left(\frac{1}{g} \cdot g \cdot H \cdot \pi^2 \cdot D^4 Q^2 \cdot H^2 \cdot g^2 u^4\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \eta^{\frac{1}{2}}}$$

$$n_s = 646 \cdot \left(3{,}03 \cdot \frac{H^3 \cdot D^4 \cdot s^2}{Q^2 \cdot (H_a - H_s)^2}\right)^{-\frac{1}{4}} \cdot \eta^{-\frac{1}{2}};$$

womit ein Zusammenhang zwischen der spezifischen Drehzahl und den für die Kavitation maßgebenden Konstruktionsgrößen und deren Modellkennzahl s hergestellt ist.

Durch Einführung der Einheitswassermenge Q_1/D^2 (bezogen auf 1 m Gefälle und 1 m Durchmesser) als Kennziffer

[4]) Hydraulische Probleme. Vorträge auf der Hydrauliktagung in Göttingen am 5./6. Juni 1925. Berlin 1926, V.d.I.-Verlag, Föttinger, Kavitation und Korrosion, S. 61.

Digitized by Google

eines bestimmten, für die zugrunde liegenden Anlagedaten n, N und H aus n_s gewählten Radmodelles, für welches auch der Kavitationsbeiwert s bekannt ist, können die Einbauverhältnisse dann beurteilt werden nach der Gleichung

$$n_s = 490 \cdot (Q_I/D^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{H_a - H_s}{H}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot s^{-\frac{1}{2}} \cdot \eta^{-\frac{1}{2}};$$

welche zwar nur die Gefällsverhältnisse enthält, aber durch ihren Aufbau auch die Strömungsgeschwindigkeiten in der Turbine berücksichtigt (statische und dynamische Grenzbedingung).

Der Kavitationsbeiwert, sei er in der hier eingeführten Form von Föttinger oder in einer der anderen bekannten Formen, ist nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnisse noch eine Erfahrungsziffer für jedes einzelne Laufradmodell; wenn erst noch umfangreichere Erfahrungen vorliegen und sich gewisse beste Typen für die verschiedenen spezifischen Drehzahlbereiche herausgebildet haben werden, welche sich in ihren Formen und Eigenschaften dann weitgehend nähern müssen, muß die Kurve der Kavitationskennzahlen auch einen über den ganzen spezifischen Drehzahlbereich hin kontinuierlichen Verlauf unabhängig von Modellformen zeigen. Dann gewinnt die vorige Beziehung auch allgemeine Anwendbarkeit, sobald nur die Größe des n_s für jeden Einzelfall bekannt ist, und es läßt sich auch die neue, die Turbine und deren Betriebseigenschaften näher bestimmende Kennzahl $n_s \cdot s^{\frac{1}{2}}$ für jeden Wert von n_s angeben und gestattet nebst dem zugehörigen Verhältnis Q_I/D^2 nach Wahl der Drehzahl und der Aggregatgröße sofort die Festlegung der Gefällsaufteilung für kavitationssicheren Einbau.

Wenn sich die Ansätze zur rein rechnerischen Vorausbestimmung der Kavitationsgrenze zu einem sicheren Ergebnis verdichten, wofür von Prof. Dr. Kaplan und Prof. Dr. Lechner die Beziehung für den Unterdruck am Schaufelrücken

$$h_{p,b} = -(h_p + m \cdot u^2) \text{ mit } m = f(a, r)$$ [5])

aufgestellt wurde mit h_p = Saugdruck in der Umgebung der Flügel, u = Umfangsgeschwindigkeit der Flügelspitzen, a = lichte Weite der Flügelschaufeln und r = Krümmungshalbmesser einer Stromlinie am äußeren Umfang des Laufrades, oder wenn sonst die Betrachtung der größtzulässigen Schaufelbelastung einen Zusammenhang zwischen spezifischer Drehzahl und Kavitationsbeiwert herstellen läßt über den Charakter einer experimentell zu findenden Modellkennziffer innerhalb des Bereiches der geometrischen Aehnlichkeit hinaus, vermag die Ecksche Herleitung der spezifischen Drehzahl aus den charakteristischen Propellerwerten Bedeutung zu gewinnen; dort ist aber ihr Endzweck ein anderer, spezieller, ihren Aufbau begründender im Gegensatz zur allgemeinen Verwendung als Ersatz für n_s auf einem in weitem Bereich erst durch Hilfsvorstellungen zugänglichen Teilgebiet. Wenn es so gelingt, abhängig von n_s eine allgemein geltende Grenzbedingung für die Kavitationssichrheit festzulegen, etwa so wie für jedes n_s ein Verhältnis Q_I/D^2 als Optimum zu bestimmen ist, vermag eine Beziehung etwa in der Form

$$n \cdot N^{\frac{1}{2}} \cdot H^{-\frac{3}{4}} = 490 \cdot (Q_I/D^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \eta^{-\frac{1}{2}} \cdot (H_a - H_s)^{\frac{1}{2}} \cdot s^{-\frac{1}{2}}$$

alle grundlegenden Angaben zu bieten.

Die angedeuteten Beziehungen vermöchten wohl auch die Frage nach der höchsten erreichbaren spezifischen Drehzahl von Propellerturbinen theoretisch zu behandeln. Diese Frage war bisher, d. h. bei den Zellenrädern (also vorwiegend den Francisturbinen) ein Problem der hydraulischen Reibungsverluste im Laufrad und ist nach jener Richtung hin behandelt worden,[6]) wobei die Rechnung unter Zugrundelegung üblicher Ausführungsgrößen ein höchstmögliches n_s von rund 500 bis 550 ergibt, also Werte, welche die Praxis inzwischen bestätigt hat. Aus dem Problem der Reibungsverluste in den Laufradzellen wird nun bei der Propellerturbine das doppelte Problem

a) des möglichen Saugrohr-Rückgewinnes, d. h. des höchstzulässigen c_2 aus dem Laufrad und des möglichsten Rückgewinnes der c_{u2}-Komponente,

b) der höchsten zulässigen Schaufelbelastung (vielleicht abhängig vom Belastungsgrad ausgedrückt) als Kavitationsgrenzbedingung;

dagegen treten die Reibungsverluste an den Laufradflügeln ebenso wie im Leitrad (man kann vielleicht dazusetzen: solange noch ein solches verwendet wird) und im Saugrohr weit zurück. Zur Formulierung dieser Bedingungen wird die Verbindung der Propellertheorie in ihrer Anlehnung an die Erkenntnisse, wie sie sich aus der Aerodynamik übertragen lassen, mit der klassischen Turbinentheorie vieles beitragen können; die nähere Behandlung solcher Fragen fällt aus diesem Rahmen. (W. 974.)

[5]) Wasserkraft-Jahrbuch 1924 von Dantscher und Reindl. München 1925, Richard Pflaum Verlags-A.G., S. 431, Kaplan, Kavitationserscheinungen bei Turbinen mit großer Umlaufsgeschwindigkeit.

[6]) Reindl, Die höchste erreichbare spezifische Drehzahl von Francisturbinen. „Z. f. d. gesamte Turbinenwesen", 1912, S. 100. Kroll („Die Wasserkraft", 1924, H. 4, S. 40) berechnet ebenfalls das höchste n, jedoch ohne nähere Berücksichtigung der nur im angenommenen Wirkungsgrad implicite enthaltenen Reibung entgegen deren Berechnung a. a. O. und kommt zu einem n_s von 900, das nie annähernd erreicht wurde.

Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Wasserläufe.

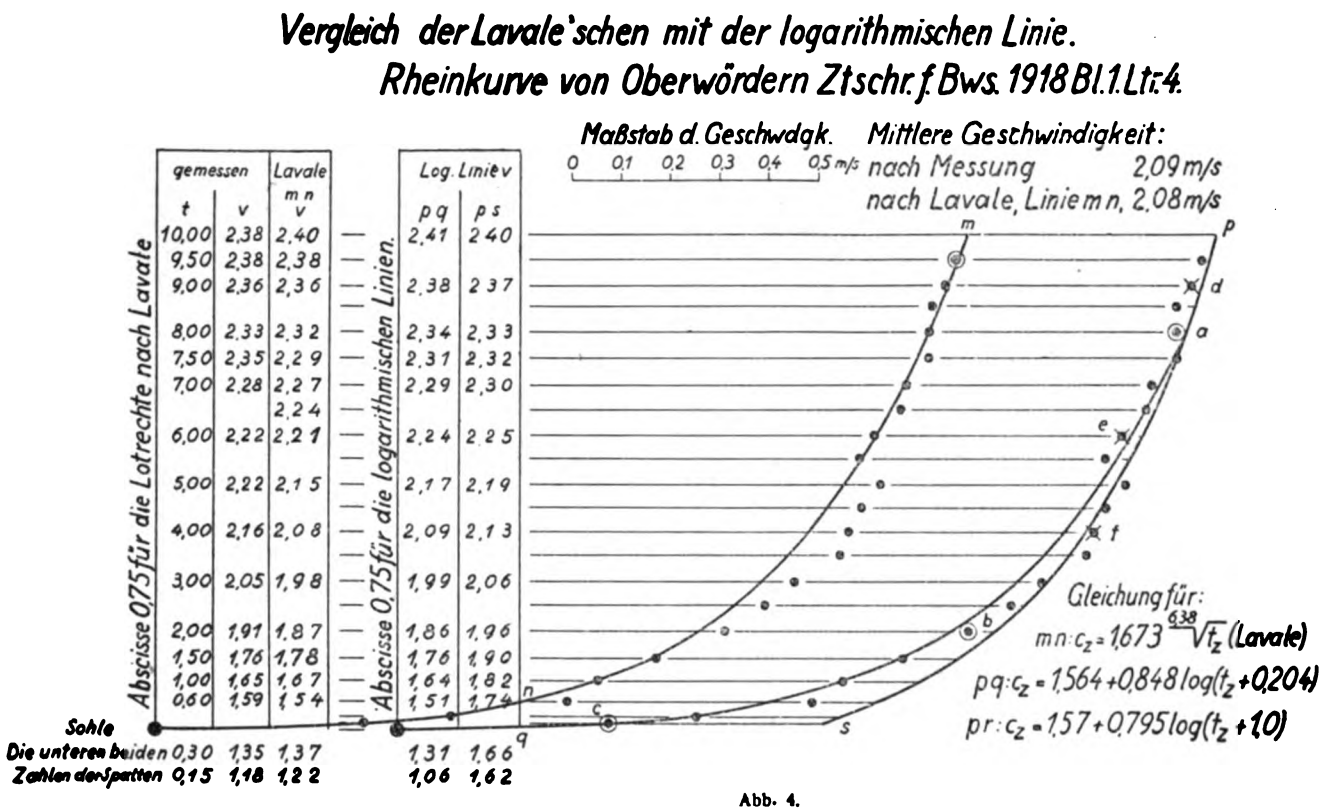
Von J. Rapp, Oberregierungsbaurat a. D. in Rosenheim.

(Fortsetzung aus Heft 7, Seite 103)

Rechnerische Behandlung der Geschwindigkeitsverhältnisse im ganzen Querschnitt. Zu diesem Behufe wird der unregelmäßige Querschnitt in einen rechteckigen, mit der gleichen Wasserspiegelbreite und der mittleren Tiefe (Quotient aus Fläche F und Wasserspiegelbreite B) umgewandelt gedacht. In diesem besteht die Kurve der Oberflächengeschwindigkeiten aus zwei gleichen Parabelzweigen. Ihre Achsen fallen zusammen in eine Gerade, senkrecht zur Strommittellinie, ihre Scheitel liegen an den Ufern und sie selbst schneiden sich in der Strommittellinie. Sie sind ihrer Natur nach nicht verschieden von den lotrechten Parabeln, d. h. sie sind von dem Quotient aus der halben Querschnittsbreite $\frac{B}{2}$ (Abb. 2) geteilt durch die nach späterer Angabe berechnete größte Geschwindigkeit in der Wasserspiegelmitte c_{om} gleicherweise abhängig wie die lotrechten Parabeln von dem Quotienten $\frac{t}{c}$. Bei der Berechnung der über dem Wasserspiegel des rechteckigen Querschnitts verteilten Geschwindigkeiten ist es daher nur nötig, in den Gleichungen 1 bis 5 statt t die halbe Wasserspiegelbreite $b = \frac{B}{2}$ und statt c die Geschwindigkeit c_{om} (Abb. 2) einzusetzen.

Die aus den Gleichungen 3 und 5 sich berechnenden Ordnungswerte n der lotrechten Parabeln und m der

Digitized by Google


Vergleich der Lavale'schen mit der logarithmischen Linie.
Rheinkurve von Oberwördern Ztschr. f. Bws. 1918 Bl. 1. Ltr. 4.
Maßstab d. Geschwdgk.
Mittlere Geschwindigkeit:
nach Messung 2,09 m/s
nach Lavale, Linie m n, 2,08 m/s
Abscisse 0,75 für die Lotrechte nach Lavale
Abscisse 0,75 für die logarithmischen Linien.
gemessen
Lavale
Log. Linie v
Sohle
Gleichung für:
mn: $c_z = 1{,}673 \sqrt[6{,}38]{t_z}$ (Lavale)
pq: $c_z = 1{,}564 + 0{,}848 \log(t_z + 0{,}204)$
pr: $c_z = 1{,}57 + 0{,}795 \log(t_z + 10)$

t	v	m n v	p q	p s
10,00	2,38	2,40	2,41	2,40
9,50	2,38	2,38		
9,00	2,36	2,36	2,38	2,37
8,00	2,33	2,32	2,34	2,33
7,50	2,35	2,29	2,31	2,32
7,00	2,28	2,27	2,29	2,30
		2,24		
6,00	2,22	2,21	2,24	2,25
5,00	2,22	2,15	2,17	2,19
4,00	2,16	2,08	2,09	2,13
3,00	2,05	1,98	1,99	2,06
2,00	1,91	1,87	1,86	1,96
1,50	1,76	1,78	1,76	1,90
1,00	1,65	1,67	1,64	1,82
0,60	1,59	1,54	1,51	1,74
Die unteren beiden Zahlen der Spalten	0,30 0,15	1,35 1,18	1,37 1,22	1,31 1,06	1,66 1,62

Abb. 4.

Oberflächenparabeln wurden im Verzeichnis 2 zusammengestellt.

Verzeichnis 2. Parabelordnungen (n) für die verschiedenen Verhältnisse der Tiefen zu den Wasserspiegelgeschwindigkeiten in den Lotrechten $\left(\frac{t}{c}\right)$, dann m der halben Oberflächenbreiten zu den Geschwindigkeiten in der Mitte des rechteckigen Querschnitts $\left(\frac{b}{c_{om}}\right)$, wobei die Reduktion für $\frac{t}{c} < 2{,}50$ oder $\frac{b}{c_{om}} < 2{,}50$ bereits berücksichtigt ist (Gl. 3, 4 und 5).

$\frac{b}{c_{om}}$ oder $\frac{t}{c}$	Ordnung n oder m	$\frac{m}{m+1}$ od. $\frac{n}{n+1}$	$\frac{b}{c_{om}}$ oder $\frac{t}{c}$	Ordnung n oder m	$\frac{m}{m+1}$ od. $\frac{n}{n+1}$	$\frac{b}{c_{om}}$ oder $\frac{t}{c}$	Ordnung n oder m	$\frac{m}{m+1}$ od. $\frac{n}{n+1}$
0,15	2,595	0,722	2,00	6,085	0,859	30,0	7,373	0,881
0,175	2,725	0,732	2,20	6.126	0,860	40,0	7.528	0,883
0,20	2,843	0,742	2,40	6,164	0,860	50,0	7,650	0,884
0,25	3,05	0,753	2,60	6,198	0,861	60,0	7,752	0,886
0,30	3,233	0,764	2,70	6'230	0,862	70,0	7,839	0,887
0,35	3,396	0,773	3,00	6,260	0,863	80,0	7,916	0,888
0,40	3,544	0,783	3,50	6,328	0,864	100	8,045	0,889
0,50	3,803	0,792	4,00	6,388	0,865	120	8,145	0,891
0 60	4,032	0,801	4,50	6,441	0,866	140	8,246	0,892
0,70	4,233	0,809	5,00	6,489	0 866	160	8,327	0,893
0,80	4,418	0,815	5 50	6,533	0,867	180	8,399	0,894
0,90	4,588	0,821	6,00	6.573	0,868	200	8,464	0,895
1,00	4,744	0'826	6,50	6,610	0 869	250	8,604	0,896
1,10	4,891	0,830	7,00	6,645	0,870	300	8,721	0,897
1,20	5.028	0,834	8,00	6,708	0,870	350	8,821	0,898
1,30	5,155	0,837	9,00	6,753	0,871	400	8,908	0,899
1,40	5,282	0,841	10,00	6.815	0,872	450	8 986	0,900
1,50	5,399	0,844	12,00	6.904	0,873	500	9,059	0,901
1,60	5,512	0,846	14,00	6,981	0,875	600	9,180	0,902
1,70	5,613	0,849	16,00	7,049	0,876	700	9,286	0,903
1,80	5,723	0,851	20,00	7,161	0,878	800	9,378	0,904
1,90	6,063	0,858	25,00	7,278	0,879	1000	9,536	0,905

Mit der Oberflächengeschwindigkeit c_{om} in der Mitte des rechteckigen Querschnitts sind nach Gl. 1 bis 5 außer der Lotrechten in der Querschnittsmitte auch die sich von den Ufern nach der Flußmitte hin erstreckenden beiden Parabeln der Oberflächengeschwindigkeiten bestimmt und ist damit zugleich auch zu jeder nach dem Ufer hin folgenden Lotrechten rsi (Abb. 2) die Geschwindigkeit an der Oberfläche und somit auch jede sich aus der Geschwindigkeit rs und der Tiefe ri berechnende lotrechte Parabel gegeben. Die Ordnung dieser Lotrechten wachsen von der Mitte nach dem Ufer hin bis ∞, d. i. bis zum Uebergang der Parabel in eine lotrechte Gerade wv am Ufer.

Der Wasserkörper im rechteckigen Querschnitt — er ist auf Grund der Untersuchung an Rauminhalt gleich jenem im unregelmäßigen Querschnitt — setzt sich aus zwei beiderseits der Flußmitte liegenden Paraboloiden gleichen Inhalts zusammen. Die Gestalt dieser Paraboloiden wird bestimmt entweder durch die Gl. 3 allein oder Gl. 3 und 5 zusammen. Durch Integration dieser Paraboloide habe ich in meiner Broschüre (Anmerk. 2), S. 20 u. f., nachgewiesen, daß bei der Berechnung des Inhalts Q beider Paraboloide, also des ganzen Wasserkörpers, in beiden Fällen, bei der Anwendung der Gl. 3 allein sowohl als auch der beiden Gl. 3 und 5, die erwähnte Aenderung der Ordnung der Lotrechten von der Mitte zu den Ufern hin außer Acht gelassen und unbeschadet der Genauigkeit des Rechnungsergebnisses der einfache Ausdruck

Gl. 8 $$Q = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{m}{m+1} B T c_{om}$$

benützt werden kann. Oder auch, wenn die berechnete mittlere Querschnittsgeschwindigkeit mit c_m bezeichnet wird, weil dann die berechnete Wassermenge Q ist:

Gl. 9 $$Q = B T c_m, \text{ worin}$$

Gl. 10 $$c_m = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{m}{m+1} c_{om}, \text{ damit auch}$$

Gl. 11 $$c_m = K c_{om}, \text{ wenn } \frac{n}{n+1} \cdot \frac{m}{m+1} = K$$

gesetzt wird.

Diesen Faktor K. Lavale's konnte ich unverändert beibehalten. Zum Nachweis, daß statt der umständlichen Berechnung des

Digitized by Google

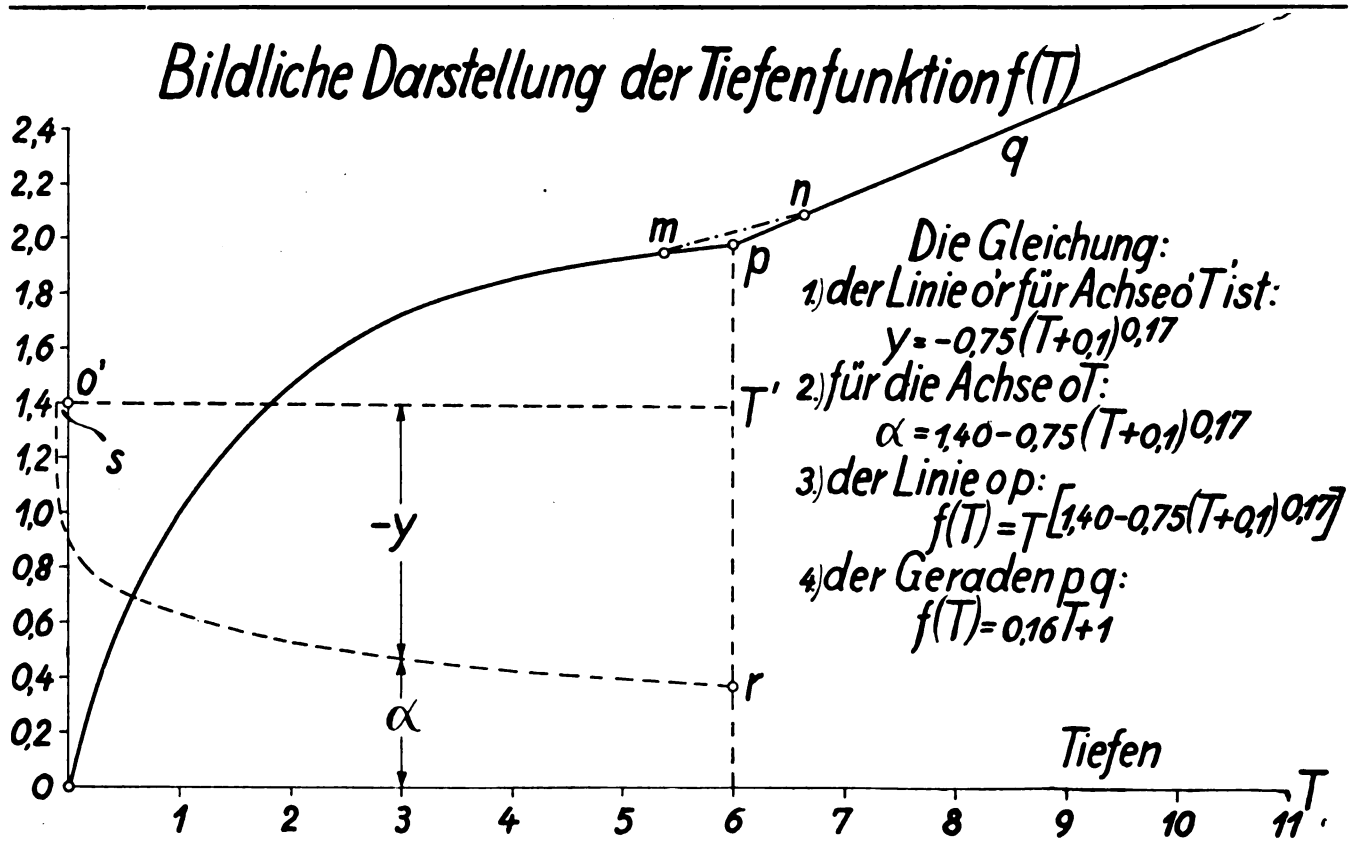


Abb. 5.

oben beschriebenen parabolischen Wasserkörpers mittels einer durch Integration gefundenen unendlichen Reihe[7]) ohne Einbuße kann, habe ich in meiner Broschüre die Inhaltsberechnung Q für zwei äußerst weit von einander verschiedene Wasserläufe durchgeführt, nämlich die Aare (Schweiz) und die Märzalb (Rheinpfalz), jene mit 78,5 m und diese mit 1,20 m Wasserspiegelbreite, dann jene mit 6,28 m und diese mit 0,19 m mittlerer Tiefe. Es ergab sich die mittlere rechnerische Querschnittsgeschwindigkeit nach Gl. 8 für die Aare zu 1,122 m und die Märzalb zu 0,367 m und nach dem Integral für die Aare zu 1,223 m und die Märzalb zu 0,372 m.

Die seit der Veröffentlichung meiner Broschüre im Jahre 1883 mir bekannt gewordenen neueren Messungen konnten mich in der Ansicht von dem Zutreffen der vorgenannten Gleichungen Lavale's für die Lotrechten und die Oberflächengeschwindigkeiten im rechteckig gedachten Querschnitt nur bestärken. Die Formel für die Berechnung der größten Geschwindigkeit c_{om} im Wasserspiegel des rechteckigen Querschnitts aus Querprofil und Gefälle bedarf jedoch einer Umänderung. Die für den Aufbau der Formel grundlegenden Anschauungen Lavales sind aber in jeder Hinsicht aufrecht zu erhalten. Nach Lavale muß in jedem Wasserlauf, wie ich bereits 1883 in meiner Broschüre[2]) ausführlich darlegte, mit wanderndem Geschiebe ein der Wassermenge, der Querschnittsform sowie der Größe des Treibmaterials entsprechendes Gefälle bestehen. Das Gefälle kann daher unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Querschnittsform und Querschnittsgröße als Maßstab für die Rauheit des Bettes gelten[8]) und in der Formel zur Berechnung der mittleren Querschnittsgeschwindigkeit den Einfluß der Rauheit auf diese zum Ausdruck bringen. Zwischen Wassermasse, Stärke des Treibmaterials und Größe des Gefälles besteht ein bestimmter Zusammenhang. Veränderung der Wassermasse zum Beispiel müssen bei gleichbleibendem Geschiebe eine Veränderung des Gefälles verursachen. Wird einem Flusse Wasser entzogen, so tritt Gefällsmehrung ein. Infolge der Schwächung vermag dann der Fluß unter Beibehaltung des alten Gefälles sein Geschiebe nicht mehr zu bewältigen, lagert es ab und vergrößert auf diese Weise von oben nach unten so lange sein Gefälle, bis die Wassergeschwindigkeit eine Größe erreicht hat, bei der das Geschiebe wieder in Bewegung gerät. Bei Wasserzuführung wird das Umgekehrte eintreten. Der Fluß wird durch Eingraben sein Gefälle vermindern. Die sich gegenseitig in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis befindenden Faktoren sind auch beim rechteckig gedachten Querschnitt durch Gefälle, Querschnittsbreite und Querschnittstiefe gegeben. Es muß daher eine Formel, die diese in engem Zusammenhang stehenden Größen enthält, zur Berechnung der größten Geschwindigkeit c_{om} in der Mitte des Wasserspiegels des rechteckigen Querschnitts für alle natürlichen Wasserläufe, große und kleine, für solche mit starkem und schwachem Gefälle Giltigkeit haben.[9])

In welchem Maße nun die Größte Geschwindigkeit c_{om} in der Mitte des Wasserspiegels beim rechteckigen Querschnitt von den genannten drei Faktoren, der Wasserspiegelbreite B, der mittleren Tiefe T und dem Gefälle J nebst einem Festwert, abhängt, ist durch folgende von mir neu aufgestellte Formel gegeben:

Gl. 12 $c_{om} = 19\,B^{0,1}\,J^{0,4}\,T^{\alpha}$, worin der

Gl. 12a Exponent $\alpha = 1,4 - 0,75\,(T \cdot 0,1)^{0,7}$ ist, aber nur für die Worte von $T = 0$ bis $T = 6$ m.

Ist $T > 6$ m, dann nimmt die Formel die Gestalt

Gl. 13 $c_{om} = 19\,B^{0,1}\,J^{0,42}\,\{0,16\,T + 1\}$ an.

[7]) Siehe meine Broschüre (Anm. 2). S. 21.

[8]) Dieser Grundsatz wurde zuerst von Lavale und nicht, wie im „Handbuch der Ing.-Wissenschaften" von 1923, S. 674, zu lesen, von Sredek ausgesprochen, w aszur Wahrung der Priorität Lavale's hier festgestellt sei.

[9]) Da die in den Wasserquerschnitt eingreifenden Brücken das Gefälle beeinflussen und verändern und Kanäle ein natürliches Gefälle nicht besitzen, so müßten Wassermessungen, vorgenommen in der Nähe jener oder in Kanälen hier außer Betracht bleiben; desgleichen Messungen in Querschnitten, die sich bei Hochwasser über überflutete Vorländer erstrecken.

Digitized by Google

Um nun die mittlere rechnerische Gschwindigkeit c_m, des gesamten Querschnitts, aus c_{om} abzuleiten, ist Gl. 10 anzuwenden.

Es möge kurz die Herleitung vorstehender Gleichungen beschrieben werden.

Nach Vorstehendem muß der Berechnung von c_m (Gl. 10) die Berechnung von c_{om} (Gl. 12 u. 13) vorausgehen. Dieser notwendige Umweg gestaltete die Herleitung der Formel ziemlich umständlich. Um die aus den drei maßgebenden Faktoren B, T und J in vorerst unbekannten Potenzen, sowie dem Festwert sich zusammensetzende Formel für c_{om} tunlichst zunächst auf das Produkt zweier Potenzfaktoren und des Festwertes zu beschränken, benutzte ich vorläufig eine größere Anzahl von Messungen, welche T nur zwischen den Grenzen 0.95 m und 1,05 m enthielten. Die Potenzen von T lagen dann dicht bei dem Werte 1 und konnten für die Berechnung von c_{om} nicht mehr wesentlich ins Gewicht fallen.

Aus den sodann mit der ursprünglichen Lavaleschen Formel

$$c_{om} = 23 B^{\frac{1}{9}} J^{\frac{1}{9}} T^{\frac{17}{76}}$$

unter Anwendung der Gl. 10 berechneten Werten c_m und den gemessenen mittleren Qerschnitts-Geschwindigkeiten v wurden die prozentualen Differenzen

$$\Delta = 100 \cdot \frac{c_m - v}{v}$$ gebildet und hierauf die Exponenten v. B u. J

solange (zum Schlusse einschließlich des Festwertes) wiederholt geändert bis Δ sich dem Werte Null näherte. Das ideale Ziel wäre ja $c_m = v$, also $\Delta =$ Null.

Es empfahl sich in erster Linie, den am stärksten mitsprechenden Exponenten von J zu ermitteln.

Dabei war folgendes vor Augen zu halten: War für J der richtige Exponent gefunden, so konnten die Δ nur noch durch die unrichtigen Größen, den Exponenten von B und den Festwert, verursacht werden. In einem Koordinatensystem, auf dessen Abszissenaktien die J und dessen Ordinatenachse die Δ aufgetragen wurden. mußten die Δ, wenn auch von dem unrichtigen Exponenten von B und dem unrichtigen Festwert noch beeinflußt, von den Aenderungen der J unabhängig bleiben, sie durften mit zunehmendem J weder wachsen noch abnehmen, sie mußten sich um eine zur Abszissenachse parallele Gerade ziemlich gleichmäßig gruppieren.

Es zeigte sich, daß die Δ mit dem wachsenden J kleiner wurden und sohin der J — v Exponent $\frac{4}{6} = 0{,}444$ auf 0,42 zu verkleinern sei.

Hierauf wendete ich, unter selbstverständlicher Festhaltung des so ermittelten Exponenten von J, ein ähnliches Verfahren zur Beurteilung des Einflusses der Breiten B auf die Δ-Werte an und trug auch hier die B als Abszissen und die zugehörigen Δ als Ordinaten auf. Ich fand, daß der Lavalesche Exponent zu groß sei — es wuchsen die Δ mit zunehmendem B —. Er war auf 0,1 zu verkleinern.

Auf diese Weise erhielt ich schließlich eine Formel, aus welcher sich sowohl mit zunehmendem Gefälle als auch mit zunehmender Breite Werte für Δ ergaben, die sich um eine zur Abszissenachse parallele Gerade in befriedigendem Maße ziemlich gleichmäßig gruppierten. Durch Aenderung des Faktors 23 in 19 konnte dann diese Gerade mit der Abszissenachse zur notwendigen Deckung gebracht werden, womit die Gleichung für c_{om}, insoweit c_{om} von B und J sowie dem Festwert abhängig ist, gefunden war. Sie lautete:

Gl. 14 $$c_{om} = 19 B^{0,1} J^{0,42} f(T)$$

Nunmehr erübrigte noch die Bestimmung von f(T). Zu diesem Behufe wurde nach dem Ersatz von c_m in Gl. 11 durch die gemessene mittlere Geschwindigkeit v aus dieser Gleichung und Gl. 14 abgeleitet:

$$f(T) = \frac{v}{19 K B^{0,1} J^{0,42}}$$

und die hieraus für die verschiedenen T berechneten Werte f(T) in einem Koordinatensystem aufgetragen, die T als Abszissen und die zugehörigen f(T) als Ordinaten (Abb. 5). Es zeigte sich, daß sich die zwischen den Ordinatenwerten verlaufende mittlere Linie vom Koordinatenursprung an bis zur Abszisse 6m als eine mit wachsendem T mehr und mehr flachverlaufende parabelähnliche Kurve darstellt, von der Abszisse 6 an jedoch eine Gerade bildet.

Zwar nicht für diese Kurve selbst, sondern für die Potenzen von f(T), die Linie sr, konnte für eine neue Achse 0'T' ein analytisch-geometrischer Ausdruck gefunden werden. Er lautet:

Gl. 15 $$Y = -0.75 (T + 0{,}1)^{0{,}17}$$

Die zugehörige Abszissenachse 0'T' liegt 1,40 über der Abszissenachse 0T. Die Reduktion der Y auf diese ursprüngliche Abszissenachse 0T, also die Umwertung von Y in den für T gesuchten Exponenten α, ist dann gegeben durch:

Gl. 16 $$\alpha = 1{,}40 - 0{,}75 (T + 0{,}1)^{0{,}17}$$

Damit war die Formel zur Berechnung der Geschwindigkeit c_{om} in der Mitte der Oberfläche des rechteckigen Querschnitts festgestellt, woraus nach Multiplikation von c_{om} mit

$$k = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{m}{m+1}$$

sich c_m, die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit berechnet (Gl. 10 und 11).

Sie lautet sohin für $T < 6$ m

Gl. 17 $$c_{om} = 19 B^{0,1} J^{0,42} T^{[1{,}40 - 0{,}75 (T + 0{,}1)^{0{,}17}]}$$

und für $T > 6$ m

Gl. 18 $$c_{om} = 19 B^{0,1} J^{0,42} \times (0{,}16 T + 1)$$

Die Ableitung des Wertes c_m aus c_{om} ist durch das Verzeichnis 2 vereinfacht.

Auch wurden im Verzeichnis 3 die Worte der Potenzen

$$T^{[1{,}40 - 0{,}75 (T + 0{,}1)^{0{,}17}]}$$

für die T von 0.025 m bis 6 m zusammengestellt.

Ueber den Verlauf der Linie für die f (T) folgendes: Verfolgt man die Linie von T = 6 m an gegen den Nullpunkt hin, so erkennt man, daß der Faktor der Tiefe in dem Produkt für c_{om} schneller abnimmt als die Tiefe selbst. Es sind sohin die von der Sohle aus auf die Geschwindigkeit ausgehenden Hemmungen bei kleineren Tiefen verhältnismäßig größer als bei größeren Tiefen. Der Verlauf der Linie von Abszisse 6 m an zeigt, daß die Geschwindigkeitszunahme von da an wächst, offenbar als Folge des Ueberwiegens des Schwerkraftantriebs der Schichten über 6 m über die von der jetzt weiter entfernten Sohle ausgehenden Hemmungen, deren Einfluß hiernach auf die oberen Schichten mit wachsender Tiefe abnimmt.

Die so in den Schichten über 6 m eintretende Beschleunigung wird durch die Vermittlung der inneren Reibung auf die mit geringerer Geschwindigkeit behafteten, tieferliegenden Schichten übertragen und dadurch die Bewegung des ganzen Wasserkörpers solange gesteigert, bis der hierdurch hervorgerufene äußere und innere Widerstand gegen die Bewegung dem vermehrten Antrieb das Gleichgewicht hält. Die so bewirkte Geschwindigkeit wächst, wie die sich als Gerade darstellende Linie bekundet, im Verhältnis der Zunahme der Tiefe.

Digitized by Google

Verzeichnis 3.

Werte der

$$f(T) = T\,[1{,}40 - 0{,}75\,(T + 0{,}1)^{0{,}17}]$$

für die Tiefen von T = 0.025 m bis T = 6.0 m.

T	f (T)	T	f (T)	T	f (T)	T	f (T)	T	f (T)
0,025	0,0399	0,45	0,5617	0.95	0,9674	1,45	1,246	3,00	1,715
0,05	0,0768	0,50	0.6126	1,00	1,000	1,50	1,269	3,25	1,763
0,075	0,1128	0,55	0.6569	1,05	1,031	1.60	1,315	3,50	1,796
0,10	0,1481	0.60	0.7015	1,10	1.061	1,70	1,354	3,75	1.829
0,15	0,2158	0,65	0.7441	1,15	1,091	1,80	1,393	4,00	1,858
0,20	0,2810	0,70	0,7855	1,20	1,119	1,90	1,429	4,25	1,883
0,25	0,3427	0,75	0,8246	1,25	1,147	2,00	1,463	4,50	1,904
0,30	0,4013	0,80	0,8623	1,30	1,176	2,25	1,545	4,75	1,921
0,35	0,4573	0,85	0.8988	1,35	1,197	2,50	1,607	5 00	1,936
0,40	0,5108	0,90	0,9339	1,40	1,222	2,75	1,665	5,50	1,960
								6,00	1,965

Zwischenwerte sind durch Interpolation zu finden.

Für Werte über T = 6 m ist Gl. 18 gültig.

Es dürfte ein Beispiel durchzurechnen sein. Zu diesem Zwecke sei die im Handb. f. Ing.-Wiss. von 1911, S. 513, enthaltene Messung am Inn bei Innsbruck herausgegriffen, nachdem dort zugleich auch die Rechnungsergebnisse verschiedener Formeln angeführt sind.

Es wurde gemessen B = 61,7 m, J = 0.00089, T = 0.74 m und v_m = 0.91 m. Nach Verzeichnis 3 ist hier f (T) = f (0.74) = 0.8164, daher gemäß Gl. 17

$$c_{om} = 19 \times 61{,}7^{0{,}3} \times 0{,}00089^{0{,}42} \times 0{,}8164 = 1\,226 \text{ m}$$

Es ist nun

$$\frac{T}{c_{om}} = \frac{0\,74}{1\,226} = 0{,}605$$ und nach Verzeichnis 2

$$\frac{n}{n+1} = 0{,}802$$, gemäß der Par-Ordnung 4,04 ferner

$$\frac{b}{c_{om}} = \frac{B}{2 \times 1{,}226} = \frac{61{,}7}{2.452} = 25{,}2$$ und ebenfalls nach Verzeichnis 2, gemäß der Par-Ordnung 7,29

$$\frac{m}{m+1} = 0.88$$ Sohin nach Gl. 10 die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit

$$c_m = 0{,}802 \times 0{,}88 \times 1.226 = 0{,}87 \text{ m}$$

Als Ergebnis anderer Formeln findet sich an der bemerkten Stelle d. Ing.-Hdbchs. verzeichnet:

Nach Siedek 0.64 m, Christen 0.84 m, Lindboe 0.77 m und Basin 0.89 m.

Betreffs der Berechnung nach Basin ist aber zu bemerken, daß als Rauheitskoeffizient 1.30, also der für Erdwandungen, verwertet wurde. Bekanntlich aber führt der Inn bei Innsbruck ein Geschiebe gröbster Art, dem der Rauheitskoeffizient 1.30 jedenfalls nicht, wohl aber 1.75 entspricht. Dann berechnet sich nach Basis c_m zu 0.52 m.

Das Ergebnis der hier entwickelten Formeln ist sonach das beste. (W. 809.)

Über Grundwasserbewegung.

Von Professor Dr.-Ing. J. Kozeny in Wien, Hochschule für Bodenkultur.

(Fortsetzung aus Heft 7, S. 104.)

Es seien

H = Höhe des Grundwasserspiegels über der undurchlässigen Sohle,

h = Wasserstand im Brunnen,

R = Brunnenhalbmesser,

η = Standrohrspiegelhöhe, bezogen auf ein Niveau in der Höhe des Grundwassers,

y, r, φ = Zylinderkoordinaten mit dem Nullpunkt im Schnitte der Brunnenachse mit dem ursprünglichen Spiegel.

In Zylinderkoordinaten lautet die Kontinuitätsbedingung

$$\frac{\partial^2\eta}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial\eta}{\partial r} + \frac{\partial^2\eta}{\partial y^2} = 0 \quad \ldots\ldots (27)$$

Ein partikuläres Integral der Gleichung ist

$$\eta = f(r) \cdot f_1(y)$$

wobei f (r) eine Zylinderfunktion ist und f_1 (y) die Lösung der Gleichung $\frac{\partial^2 f_1(y)}{\partial y^2} + c \cdot f_1(y) = 0$ darstellt, wobei c eine Konstante ist. Es kann also $f_1(y) = \pm i\sqrt{c}\cdot y$ $\cos c\,y$ bzw. $\sin c\,y$ sein oder $f_1(y) = e$.

Wegen der Anpassung an die Grenzbedingungen benützen wir für f_1 (y) die trigonometrischen Funktionen. Weil Gl. 27 eine Besselsche Differentialgleichung nullter Ordnung darstellt und η im Unendlichen verschwinden soll, führen wir für f (r) Zylinderfunktionen nullter Ordnung, dritter Art mit imaginärem Argument ein, bzw. Hankelsche Funktionen nullter Ordnung mit imag. Argument $i \cdot H_0$ (i c r).

Die Lösung von 27) wird dann mit $c = \frac{\pi}{2H}$

$$\eta = H\left(1 - \frac{h}{H}\right)\left\{\frac{\pi}{2}\cdot\sin\frac{y\pi}{2H}\cdot\frac{H_0\left(\frac{i\pi r}{2H}\right)}{H_0\left(\frac{i\pi R}{2H}\right)} + 2\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\cos\left(\frac{n y\pi}{H}\right)}{(2n-1)\cdot(n+1)}\cdot\frac{H_0\left(i\frac{n\pi r}{H}\right)}{H_0\left(i\frac{n\pi R}{H}\right)}\right\} \quad \ldots\ldots (28)$$

Es werden durch diese Lösung folgende Bedingungen erfüllt:

a) für r = R also am Brunnenmantel ist $\eta = H - h$, weil

$$\frac{\pi}{2}\cdot\sin\frac{y\pi}{2H} + 2\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\cos\left(\frac{n y\pi}{H}\right)}{(2n-1)\cdot(n+1)} = 1$$ ist[1] für beliebige $y \leq H$

b) für r = ∞ ist $\eta = 0$, weil $i \cdot H_0$ verschwindet,

c) für y = H erfolgt die Strömung längs der Sohle, $\frac{\partial\eta}{\partial y} = 0$

d) für r = ∞ ist die Geschwindigkeit Null, da die Ableitungen der Hankelschen Funktionen nach r für r = ∞ verschwinden.

Setzen wir $Q = 2\pi\psi$, wo Q die Wassermenge ist und beachten wir daß

$$v = \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial\psi}{\partial y} \text{ und} \quad \ldots\ldots\ldots (29)$$

$$v = -k\cdot\frac{\partial\eta}{\partial r} = -k\cdot H\cdot\left(1 - \frac{h}{H}\right)\cdot\left\{\frac{\pi}{2}\sin\frac{y\pi}{2H}\cdot\frac{\pi}{2H}\cdot\frac{H_0'\left(\frac{i\pi r}{2H}\right)}{H_0\left(\frac{i\pi R}{2H}\right)} + 2\sum_{1}^{\infty}\frac{\cos\frac{n y\pi}{H}}{(2n-1)\,(2n+1)}\cdot\frac{\pi n}{H}\cdot\frac{H_0'\left(\frac{in\pi r}{H}\right)}{H_0\left(\frac{in\pi R}{H}\right)}\right\} \quad \ldots\ldots (30)$$

wobei $H_0'\left(\frac{i\pi r}{2H}\right) = \frac{\partial H_0\left(\frac{i\pi r}{2H}\right)}{\partial\left(\frac{\pi r}{2H}\right)} = \frac{2H}{\pi}\cdot\frac{\partial H_0}{\partial r}$ ist

[1] Siehe Riemann-Weber „Partielle Differentialgleichungen der mathem. Physik", I Bd. S. 78.

Digitized by Google

so ergibt sich für die Stromfunktion

$$\psi = k \cdot H \left(1 - \frac{h}{H}\right) \cdot r \cdot \left\{ \frac{\pi}{2} \cdot \cos \frac{y \pi}{2H} \cdot \frac{H_0'\left(\frac{i \pi r}{2H}\right)}{H_0\left(\frac{i \pi R}{2H}\right)} - 2 \sum_{1}^{\infty} \frac{\sin \frac{n y \pi}{H}}{(2n-1)\cdot(2n+1)} \cdot \frac{H_0'\left(\frac{i n \pi r}{H}\right)}{H_0\left(\frac{i n \pi R}{H}\right)} \right\} \quad \ldots (31)$$

Setzen wir $r = R$, ferner das zugehörige $y = 1 - \frac{h}{H}$ und $\frac{\pi R}{2H}$ x so ist

$$Q \quad 2\pi\psi = 2\pi k \cdot H \cdot \left(1 - \frac{h}{H}\right) \cdot R \cdot \frac{\pi}{2} \cos \frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{h}{H}\right) \cdot \frac{\partial}{\partial x} \ln H_0 (ix) - 2 \sum_{1}^{\infty} \frac{\sin n \pi \left(1 - \frac{h}{H}\right)}{(2n-1)\cdot(2n+1)} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \ln H_0 (2inx) \Bigg\} \quad (32)$$

Es gelten nun folgende Zahlenwerte[10]

[10] Siehe die Funktionentafeln von Jahnke und Emde

[11] In der Abbildung 6 ist der leichteren Rechnungsmöglichkeit wegen auch die Kurve $y = \frac{\Delta \, i \lg H_0 (ix)}{\Delta x}$ dargestellt.

x	$i \cdot H_0 (ix)$	$i \cdot \lg H_0 (ix)$	$\frac{\Delta \, i \cdot \lg H_0 (ix)}{\Delta x}$
12,0	0,00000140	0,14613 — 6	
9,0	0,0000324	0,51054 — 5	0,4548
5,0	0,00235	0,37103 — 3	0,465
4,0	0,00710	0,85126 — 3	0,4802
3,0	0,0221	0,34439 — 2	0,4931
2,0	0,0725	0,86034 — 2	0,5160
1,0	0,2681	0,42830 — 1	0,5680
0,8	0,3599	0,55618 — 1	0,6394
0,6	0,4950	0,69460 — 1	0,6921
0,4	0,7095	0,85065 — 1	0,7802
0,2	1,1157	0,04755	0,9845
0,1	1,546	0,1892	1,4165

Wir sehen, daß für größere Argumente $\frac{\Delta \, i \lg H_0 (i x)}{\Delta x}$ ziemlich konstant[11] bleibt (Abb. 6).

Es wird dann mit $\frac{\partial}{\partial x} \cdot \ln H_0 (ix) \sim$ konstant $= C$

$$Q \sim 2\pi \cdot k H \cdot \left(1 - \frac{h}{H}\right) \cdot R \cdot \left\{ \frac{\pi}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{h}{H}\right) - 2 \sum_{1}^{\infty} \frac{\sin n \pi \left(1 - \frac{h}{H}\right)}{(2n-1)\cdot(2n+1)} \right\} \cdot C \quad \ldots (33)$$

Daher gilt der wichtige Satz, daß von einem bestimmten Verhältnis $\frac{R}{H}$ angefangen die vom Brunnen gelieferte Wassermenge unter sonst gleichen Umständen dem Brunnenradius proportional gesetzt werden kann.

Schreiben wir $1 - \frac{h}{H} = \zeta$

und $\frac{\pi}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{h}{H}\right) - 2 \sum_{1}^{\infty} \frac{\sin n \pi \left(1 - \frac{h}{H}\right)}{(2n-1)\cdot(2n+1)}$

$$= \frac{\pi}{2} \cos \frac{\pi}{2} \cdot \zeta - 2 \sum_{1}^{\infty} \frac{\sin n \pi \zeta}{(2n-1)\cdot(2n+1)} = f(\zeta)$$

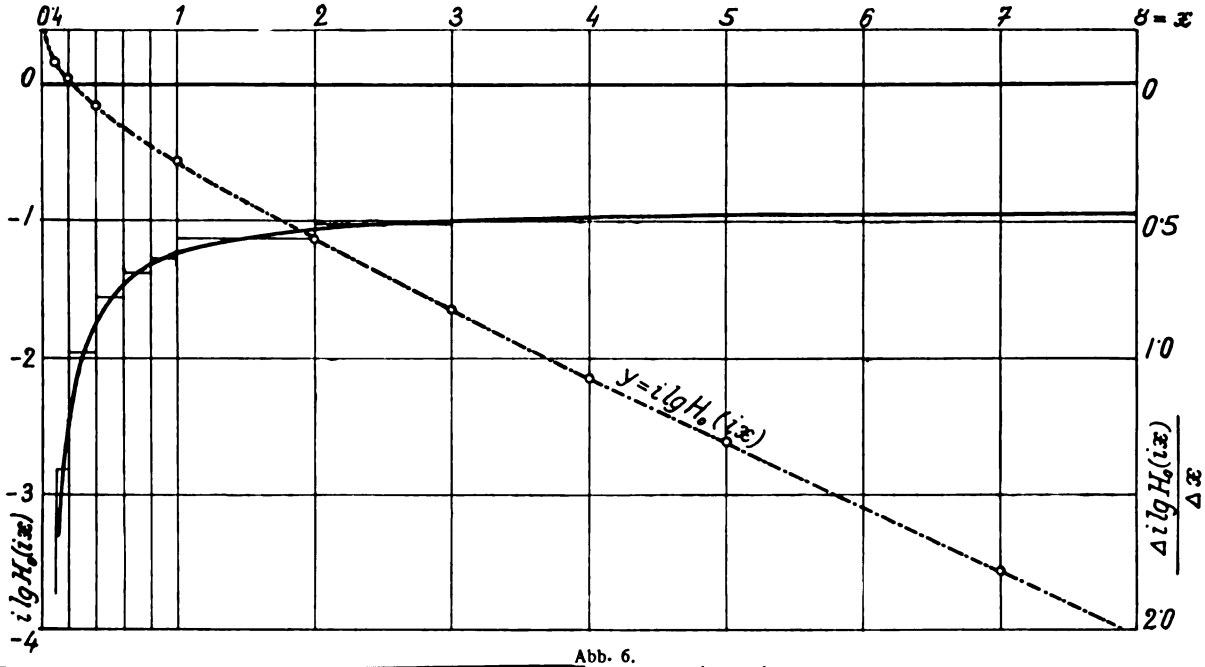


Abb. 6.

so ergibt sich

$$Q = 2\pi k \cdot \zeta \cdot H \cdot R \cdot f(\zeta) \cdot C. \quad \ldots (34$$

Es ergibt sich nun folgende Tabelle für ζ, $f(\zeta)$ und $\zeta \cdot f(\zeta)$

ζ	$1 - \frac{h}{H}$	$f(\zeta)$	$\zeta \cdot f(\zeta)$
0		$\frac{\pi}{2} = 1{,}57$	0
1/12		1,25	0,104
1/6		0,983	0,1638
1/4		0,814	0,203
1/3		0,671	0,224
1/2		0,474	0,237
3/4		0,224	0,168
1		0	0

Digitized by Google

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß $\zeta \cdot f(\zeta)$ und hiermit auch Q bei $\zeta \sim \frac{1}{2}$ ein Maximum aufweist.[11a]) Die bisherige Rechnungsweise mit der Darcy-Depuitschen Formel ergibt ein Maximum für $\zeta = 1$, ein unmöglicher Wert, weil dann der Eintrittsquerschnitt Null wäre, beziehungsweise die Geschwindigkeit ins Ungemessene wachsen müßte. Letzteres kann aber nicht eintreten, insbesondere bei Grundwasser mit freiem Spiegel, wo das Gefälle nie größer als 1 wird und die Filtergeschwindigkeit höchstens den Wert der Durchlässigkeit erreichen kann. Unsere Berechnung zeigt, daß die Wassermenge entschieden viel stärker wächst bei Vergrößerung des Brunnenradius, als die bisherige Näherungsrechnung mit der Depuitschen Gleichung ergibt. Dies würde vollkommen übereinstimmen mit dem auf Wahrnehmung beruhenden Gefühl, daß mit wachsendem Brunnendurchmesser die Ergiebigkeit entsprechend zunimmt. Wenn in Kreisen der Brunnenbauer die Ansicht ausgesprochen wird, daß die Ergiebigkeit eines Brunnens in demselben Verhältnis wächst, wie seine lichte Weite, so ist dies viel zutreffender, als das Ergebnis der Rechnung mit der Depuitschen Näherungsformel, welche keine Grenzbedingungen berücksichtigt. So behauptet G. Thiem[12]) daß bei sonst gleichen Umständen die Wasserspende von zwei kleinen Rohrbrunnen mit je 0,1 m lichter Weite dieselbe sei wie jene eines Riesenbrunnens von 24,6 m Durchmesser! Thiem führt die Rechnung auf Grund der Gleichung durch

$$Q = \frac{k \cdot \pi \cdot (H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r}$$

und stellt die Frage nach dem Verhältnis der Ergiebigkeit zweier Rohrbrunnen vom Halbmesser r bzw. r_1 unter sonst gleichen Umständen. Da

$$Q_1 = \frac{k \cdot \pi \cdot (H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r_1}$$ so folgt

daß $$\frac{Q_1}{Q} = \frac{\ln R - \ln r}{\ln R - \ln r_1}$$

Nun setzt Thiem willkürlich $R = 3000$ m und findet

$\frac{Q_1}{Q} = 2$ und für $r = 5$ cm die Gleichung

$$2 = \frac{\ln 3000 - \ln 0{,}05}{\ln 3000 - \ln r_1}$$ woraus die unmögliche Größe

$r_1 = 12{,}3$ m resultiert.

Wie schon früher gesagt, zeigt die Tabelle für $\zeta \cdot f(\zeta)$ ein Maximum für $\zeta \sim \frac{1}{2}$, also auch ein Maximum für Q. Bei weiterer Absenkung tritt in Wirklichkeit jedoch keine Verminderung der Ergiebigkeit ein, wie es die Theorie fordert, weil die Bedingung, unter welcher vorstehende Berechnung durchgeführt wurde, daß der Grundwasserspiegel im Brunnenwasserspiegel ausläuft, nicht mehr zutrifft. Vielmehr wird bei weiterer Absenkung im Brunnen der Ausfluß des Grundwassers über dem Brunnenspiegel erfolgen, weil die Senkung des Brunnenspiegels stärker wird als die des Grundwasserspiegels. Es entsteht an der Brunnenwand eine Unstetigkeit, ein Sprung, der bisher irrtümlich nur auf das Konto des Eintrittswiderstandes gebucht worden ist;[13]) er ist vielmehr nötig zur Erzeugung der erhöhten Geschwindigkeit zum Entnahmerohre. Durch die so entstehende Entlastung der inneren Brunnenwand ist die weitere Zunahme der Ergiebigkeit bei weiterer Absenkung des Brunnenspiegels zu erklären. Vorstehende Darlegungen sowie folgender vom Verfasser durchgeführter Versuch sind geeignet, die Vorsicht zu begründen, mit der man an die Bestimmung der tatsächlichen Verhältnisse vorzugehen hat.

[11a]) Dies bestätigen auch die umfangreichen Versuche, die in der staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau in Wien von Ehrenberger durchgeführt worden sind und demnächst veröffentlicht werden. Die Versuche zeigten, daß es in der Tat nicht möglich ist, den Grundwasserspiegel beim Austritt tiefer als $H - h = \frac{H}{2}$ zu senken.

[12]) G. Thiem. Über die Entwicklung des Rohrbrunnens. Internat. Zeitschrift für Wasserversorgung. 4. Jahrgang 1917, S. 93 und 94.

[13]) Siehe z. B. Prinz, Hydrologie Berlin 1919, Seite 366.

(Fortsetzung folgt.) (W 689

Berichtigung.

Näherungsverfahren zur Bestimmung der günstigsten Abmessungen kreisförmiger Betonkanäle.

In Heft 6, Seite 88, rechte Spalte, ist in der dritten Formel ein Druckfehler stehen geblieben, den wir zu berichtigen bitten. Die Formel muß lauten:

$$q^5 = \frac{L^7}{(L \cdot I_2 - H)^2}$$

Die Schriftleitung.

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Die Talsperre von Eguzon.

Am 5. Juni dieses Jahres wurde die Talsperre von Eguzon, im Süden des französischen Departements de l'Indre, dem Betriebe übergeben. Gebaut hatte sie die Union hydroélctrique, die zu diesem Zwecke 1922 erst gegründet wurde, und zwar gemeinsam von der Chemin de fer d'Orléans und der Union d'Electricité

Die Talsperre verfügt über einen Stauraum von 54 Mio cbm und vermag bei einem nutzbaren Gefälle von 58,4 m während neun Monaten des Jahres 8000 kW, während sechs Monaten 18 000 kW und während drei Monaten 28 000 kW abzugeben. Ihre Aufgabe wird es sein, im Verein mit den Wärmekraftanlagen der Union d'Electricité bei Gene villiers und Vitry sur Seine den ersten Abschnitt der Bahnlinie Paris—Limoges zwischen Paris und Orléans mit Strom zu beliefern.

Nach den Ausführungen von Ch. Dantin[1]) besteht der Untergrund der Anlage aus Amphiboliten und kristallinem Gneise. Die Mauer erreicht eine Höhe von 61,11m. Ihr Querschnitt (Abb. 1) ist aus dem Grunddreieck entwickelt, ihr Grundriß ist, wie üblich, talaufwärts gekrümmt nach einem Halbmesser von 250 m.

Als Baumaterial für den Mauerkern war Beton mit großen, in der Nähe gebrochenen Felsblöcken und Bruchsteinen verwandt worden; die beiden Sichtflächen wurden mit grobem Zyklopenmauerwerk verkleidet.

Besondere Beachtung verdient die Ausgestaltung der Trennungsfugen und sorgfältige Entwässerung des Mauerkörpers. Die Trennungsfugen folgen im Abstand von 30 m und wurden, natürlich senkrecht zur Mauerachse, bis fast auf die Höhe der Talsohle durchgeführt. Ihre Grundrißlinie ist nach Abb. 2 im Abstand von je 5 m durch einen 0,3 m tiefen und 2 m langen Vorsprung verzahnt. Die Abdichtung bergwärts wird durch einen senkrechten von oben bis unten durchgehenden Kupferstreifen von 0,2 m Breite und 0,01 m Stärke erreicht. Für die Entwässerung wurde ein großer Längsstollen im Fuße der Mauer von 2,1 m Höhe und 1,2 m

[1]) „Le Genie civil", 1926, Heft 1 vom 3. Juli.

Digitized by Google

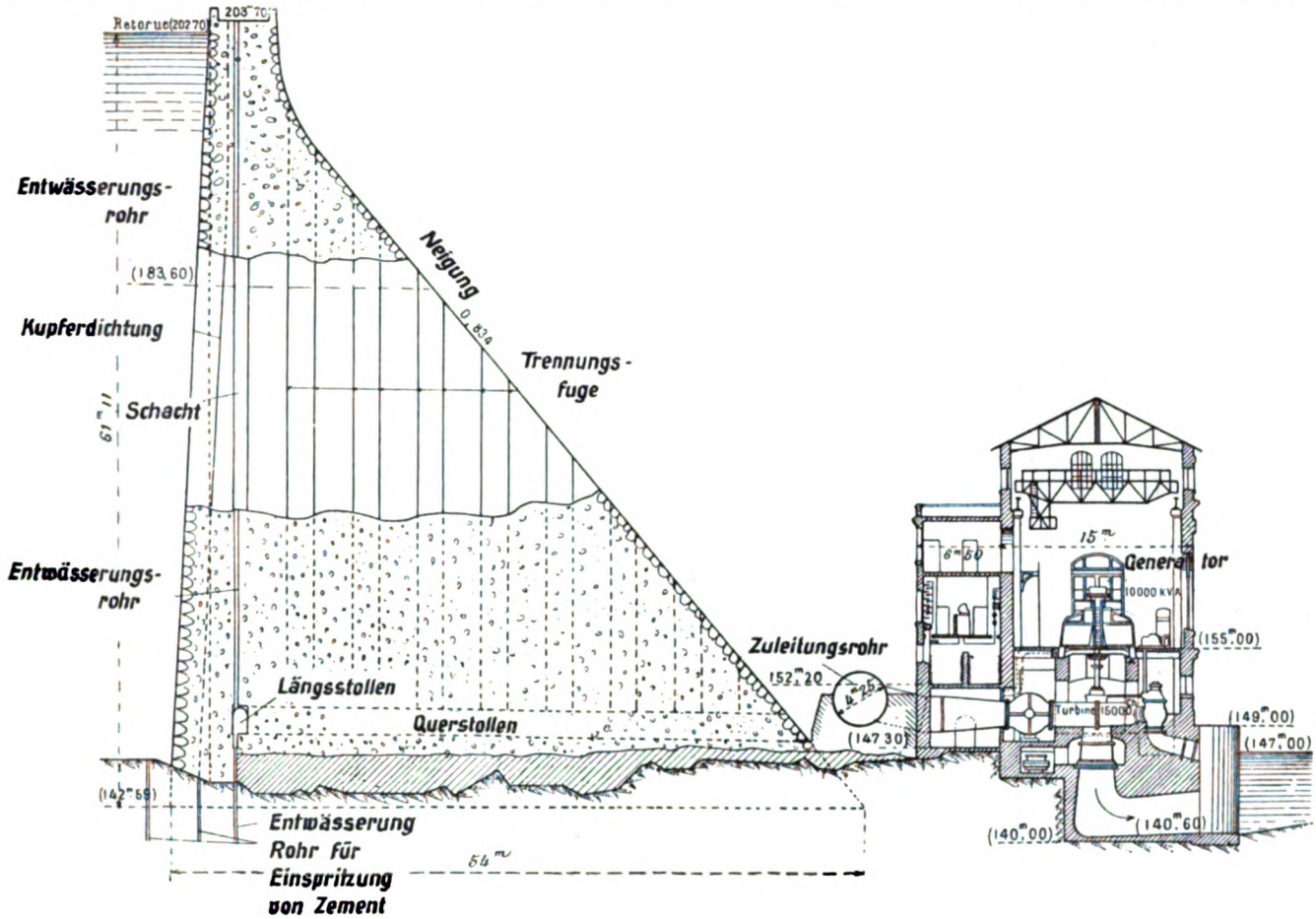


Abb. 1. Talsperre und Kraftwerk Eguzon.

Breite ausgespart. In diesen münden die eigentlichen Entwässerungsrohre, die etwa 5 m hinter der wasserseitigen Stirnfläche die ganze Mauer bis tief unter das Fundament durchziehen, einen Durchmesser von 0,1 m besitzen und jeweils 3 m, in Richtung der Mauerachse gemessen, voneinander entfernt sind. In diesen Längsstollen münden noch besondere lotrechte Schächte mit quadratischem Querschnitt und 1 m Seitenlänge ein, die entsprechend Abb. 2 bei den einzelnen Trennungsfugen fast unmittelbar hinter der Kupferdichtung eingebaut wurden und lediglich das hier eindringende

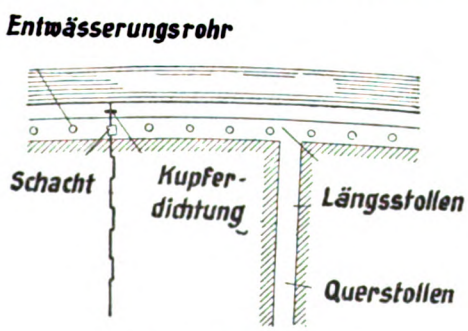


Abb. 2. Trennungsfuge.

Sickerwasser abzuführen haben. Der Längsstollen selbst wird seinerseits wieder durch drei Querstollen mit denselben Größenausmaßen nach der Talseite hin unter dem Fundamente des anschließenden Krafthauses hindurch entwässert. Zu erwähnen wäre noch, daß die Schächte an den Trennungsfugen einige Monate nach der Betriebsaufnahme zugemauert werden.

Die Entnahme des Nutzwassers erfolgt zu beiden Seiten der Sperrmauer im Mittel etwa 19 m unter dem gewöhnlichen Stauspiegel. Das Wasser durchfließt hierbei zunächst einen Rechen mit einer Geschwindigkeit von 0,6 m/sec (für 50 cbm/sec, dahinter einen Schützen- und Dammbalkenverschluß und wird dann von je einem Rohr mit 4,25 m lichter Weite dem Krafthaus am Fuße der Sperre zugeführt.

Die Entlastungsanlage verteilt sich ebenfalls auf beide Seiten der Mauer. Sie wird bei gewöhnlichem Wasserstande teils von Stoney-Schützen, teils von selbsttätigen Klappen-

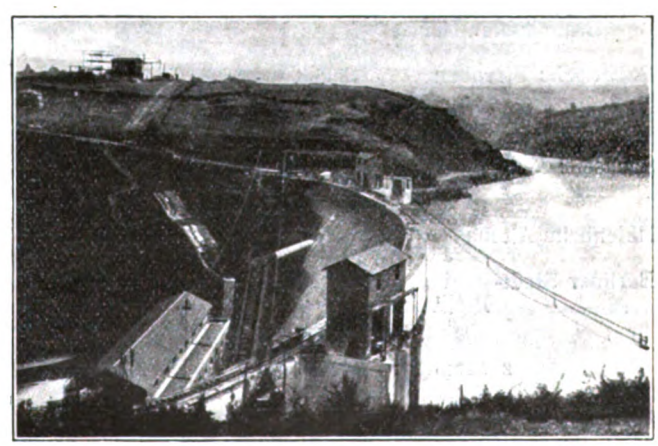


Abb. 3. Ansicht der Talsperre Eguzon.

wehren verschlossen und vermag im Notfalle mehr als 1300 cbm/sec abzuführen.

Bezüglich der Maschinenanlagen wäre schließlich noch zu berichten, daß von den vorgesehenen sechs Einheiten zurzeit fünf ausgebaut sind. Sie bestehen im wesentlichen je aus einer stehenden Francisturbine von 15 000 PS und 250 Umdr.

Digitized by Google

und einem unmittelbar angeschlossenen Drehstromgenerator von 12 500 kVA bei einer Spannung von 10 500 V. Bei den Turbinen wurde ein Wirkungsgrad von 84% bei Vollast und von 79% bei halber Belastung zugesichert, bei den Generatoren ein solcher von 96,5% bzw. 94,5%. Geliefert wurden drei der Turbinen von der Société Neyret-Beylier und zwei von der Compagnie de Fives-Lille nach den Plänen von Escher & Wyss. Die Generatoren wurden von der Compagnie Electro-Mécanique konstruiert. (W. 808.) Dr. O. S.

Talsperre bei Karlsthal (Jsergebirge). Nach den Informationen einer Prager Korrenspondenz sollen zwischen der tschechoslowakischen und der deutschen Regierung Verhandlungen betreffend die Errichtung einer großen Talsperre bei Karlsthal im Jsergebirge eingeleitet werden. Die Talsperre, welche die Hochwasser der Gebirge der oberen Jser auffangen und einen Staudamm von 52 Meter Höhe haben wird, würde 32 Millionen Kubikmeter fassen. Durch die Errichtung dieser Talsperre könnten jährlich 32 Millionen KWh Strom gewonnen werden, was für die Elektrisierung des gesamten westlichen Teiles des Riesen- und Jsergebirges von großer Bedeutung wäre. (W. 116)

Die Wasserkraftanlagen der Stadt Ulm in Donaustetten. Im Jahre 1904 bereits begann die Stadt Ulm, den Illerkanal der Wieland-Werke A.-G. in Vöhringen an der Iller weiterführend, in einer Gefällstufe in Illerzell mit etwa 320 PS Leistung weiterzubauen. Im Jahre 1905 wurde im Zusammenwirken mit der Stadt Neu-Ulm dieser Kanal bis zur Einmündung in die Donau bei Neu-Ulm weitergeführt und in Ludwigsfeld eine weitere Gefällstufe mit etwa 540 PS Leistung errichtet. Bereits im Jahre 1907 wurde das erste Donauwasserkraftwerk bei Wiblingen mit einer Gesamtleistung von etwa 1200 PS errichtet. Im Jahre 1921 wurde die Projektierung für den weiteren Ausbau der Donauwasserkräfte zwischen Oepfingen und Ulm in Angriff genommen, 1923 bereits erfolgte die Inbetriebnahme des Kraftwerks Oepfingen mit einer Leistung von etwa 3000 PS. Im August 1925 erfolgte der Baubeginn für das Kraftwerk Donaustetten mit vier Kaplanturbinen von je 1885 PS unter 8,0 m Gefälle bei 214 Umdr./Min., welches nach seiner Vollendung, die in Kürze erfolgen wird, 7540 PS zu liefern in der Lage sein wird.

Die Längenausdehnung der Donauwasserkraftanlagen der Stadt Ulm beträgt etwa 21 km. Die Dazwischenschaltung größerer Staubecken ermöglicht einen günstigen Wasserwirtschaftsplan. Die Gesamtleistung der Wasserwerke beträgt etwa 12 000 PS („Wasser und Gas" 1926, Nr. 22.) (W. 953.)

Bahnelektrisierung.

Die deutsche Bahnelektrisierung 1926/27.

Am 1. April 1927 waren im Betrieb oder im Bau folgende Strecken:

Strecken:	aus Wasserkraft km		aus Wärmekraft km	
	im Betrieb	im Bau	im Betrieb	im Bau
Schlesische Gebirgsbahnen mit Zweiglinien	—	—	261,3	—
Reststrecke Königszelt—Breslau	—	—	—	48,4
Mitteldeutsches Braunkohlen-Gebiet	—	—	179,0	—
Bayerische Strecken	505,3	33,9	—	—
Badische Strecken	48,5	—	—	—
Sachsen: Klingenthal-Georgen	—	—	5,0	—
Hafenbahn Altona	—	—	1,5	—
Berliner Stadt- und Ringbahn	—	—	—	157,0
zusammen:	553,8	33.9	446.8	205,4
in Betrieb und Bau:	587,7		652,2	
Arbeitsverbrauch i. J. 1926 Mio kWh:	57,68		134,71	

insgesamt: im Betrieb 935,6 km; im Bau 304,3 km; hierzu treten als bereits genehmigt die bayerische Strecke Rosenheim—Freilassing mit 81,6 km und in der zweiten Ausbaustufe die Strecken München—Ulm mit 146,4 km sowie Ulm—Stuttgart mit 93,3 km.

Nach Vollendung des ersten Ausbaues werden dann

aus Wasserkraft	669,3 km
aus Wärmekraft	652,2 km

betrieben werden.

Nach dem späteren Ausbau München—Stuttgart verschiebt sich das Bild auf:

aus Wasserkraft	909,0 km
aus Wärmekraft	652,2 km

Mit 1. Januar 1927 waren rund 2% des Reichsbahnnetzes elektrisch betrieben.

Im einzelnen sind die elektrisierten Strecken: Schlesische Gebirgsbahnen: Königszelt—Hirschberg—Görlitz—Schlaurath Güterbhf. mit Abzweigen Nieder-Salzbrunn—Halbstadt, Ruhbank—Liebau und Hirschberg—Polaun; Breslau—Königszelt (im Bau); Mitteldeutsches Gebiet: Halle—Leipzig—Bitterfeld—Magdeburg und Güterbahnen Leipzig Hbf.—Rothensee sowie Wahren—Engelsdorf; Bayern: München—Garmisch—Mittenwald und Garmisch—Griesen mit Zweiglinien Tutzing—Kochel, Weilheim—Peißenberg, München—Herrsching (Vorortverkehr), München—Regensburg, Salzburg—Freilassing—Berchtesgaden, München—München-Ost—Rosenheim, Güterbahnen München-Laim—Pasing und Moosach, München-Ost—Feldmoching, die Gleichstrombahn Königssee — Berchtesgaden — Schellenberg (—Salzburg); Baden: Basel—Zell (Wiesenthalbahn) und Schopfheim—Säckingen (Wehratalbahn); Sachsen: Klingental—Georgental (Gleichstrom). (Vgl. die deutschen Bahnkraftwerke, diese Z. 1926, H. 8, S. 92 und Ergebnisse der deutschen Bahnelektrisierung, ebendort H. 22, S. 275.)

Bezüglich der wirtschaftlichen Forderung möglichst baldiger Vollausnutzung der zur Bahnelektrisierung fertig ausgebauten Wasserkraftwerke in Bayern mit zusammen 68 000 kW installierter Leistung und 140 Mio kWh Arbeitsvermögen enttäuscht bedauerlicherweise der Bericht Wechmanns[1]) und der Fortschritt der Arbeiten. Der Bericht hebt hervor, daß bei der gespannten Finanzlage der Reichsbahn der Ausbau weiterer Fernstrecken verhältnismäßig langsam erfolgen mußte, weil die Mittel nicht zur Verfügung standen. So sind die in den bayerischen Kraftwerken bereits investierten Kapi-

[1]) „Elektrische Bahnen", 1927, Heft 1, S. 2.

Digitized by Google

talien bei einer derzeitigen Jahresabnahme von erst rund 50 bis 60 Mio kWh noch auf Jahre nur zu ⅓ bis ½ ausgenützt, während für die beschleunigte Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn mit 157 km Streckenlänge — wofür die Arbeit wesentlich teuerer gekauft werden muß — schon 46 Mio M. trotz der für die wirtschaftlichen Wasserkraftstrecken als beschränkt bezeichneten Mittel aufgewendet werden konnten, wie der gleiche Bericht hervorhebt. Es dürfte ebenso eine kraftwirtschaftliche wie eine bahnbetriebliche Forderung sein, unter Ausnutzung schon bestehender, zu verzinsender Einrichtungen für die Grundbedingung der Wirtschaftlichkeit der Bahnelektrisierung: für möglichst lange Laufwege der Betriebsmittel, zu sorgen. — Oder wird die Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn deshalb für vordringlicher gehalten, weil dort im Gegensatz zur Wasserkraft-Bahnelektrisierung weniger Kohle erspart, im Gegenteil noch an Kohlenfracht verdient wird? (W. 965.) Ing. C. Reindl.

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Eingegangene Bücher.

Berichterstattung der Weltkraftkonferenz. Sondertagung Basel 1926. Zwei Bände von zusammen 2850 Seiten, Oktav, mit den 89 Originalberichten auf der Konferenz, Diskussionen und reichem Abbildungsmaterial, in den Originalsprachen, mit je einer Zusammenfassung in den übrigen drei Sprachen. Basel 1927, Verlag Emil Birkhäuser & Cie. Preis Schweizer Franken 125,—.

Siemens-Jahrbuch 1927. Herausgegeben von der Siemens- und Halske A.G. und den Siemens-Schuckertwerken G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. 472 Seiten, vielen Abbildungen und 11 Bildbeilagen. — Siemens & Halske und Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt.

Automatic eliminators for alluvial matter in Water-Turbine supplies. Von Henry Dufour. Sonderabdruck aus „Engineering", 1925. 16 Seiten mit 42 Abbildungen. — Die Schrift enthält eine außerordentlich interessante und wertvolle zusammenfassende Uebersicht über die selbsttätigen Notsendungsanlagen des Verfassers und die Ergebnisse bezüglich ihrer Wirksamkeit.

Wissenschaft und Wirtschaft. Band I. Gesetz und Verordnung betreffend die Wasserwirtschaft (der Tschechoslowakei). Im Auftrag des Hauptvereins Deutscher Ingenieure in der tschechoslowakischen Republik, zusammengestellt von Prof.-Ing. Dr. H. Meixner. 256 Seiten, Brünn 1926. Verlag des Hauptvereins Deutscher Ingenieure in der tschechoslowakischen Republik, Brünn, Talgasse 45, Preis für das Ausland kč 44,—.

Moderne Grundbautechnik. 2. Teil: Theorie der Tiefschachtgründungen mit der Grundkörpermaschine. Von Zivilingenieur O. Stern. 56 Seiten mit 11 Abbildungen. Berlin 1927. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 2,70 Mark.

Vom Wasser. Sammlung von Vorträgen in der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker, Fachgruppe für Wasserchemie, in Kiel. Mai 1926. 236 Seiten mit vielen Abbildungen. Berlin W 10, 1927. Verlag Chemie G. m. b. H. Preis brosch. 10 Mark, gebd. 11 Mark.

Bewegungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. Von Professor Dr.-Ing. A. Kleinlogel. 220 Seiten mit 540 Abbildungen. Berlin 1927. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 17,50 Mark, gebd. 19 Mark.

Die Entwicklung der Rheinschiffahrt nach Basel. Von Jean R. Frey. — 64 Seiten Text und 60 Abb., 17×24,5 cm. — Zürich, 1926, Orell Füssli. — Preis: brosch. M. 2.—.

Hydrografinen Toimisto, Helsinki: Vuosikirja 6 Arsbok 1924 bis 1925 (Jahrbuch 1924 bis 1925 des hydrographischen Büros, Helsingfors.) — Inhalt: Die hydrographischen Verhältnisse in Finnland 1924/25; Verzeichnis der Pegelstationen; Zusammenstellung und Auswertung der Beobachtungen; Niederschlag und Abfluß; Wasserstandskurven; Niederschlagskarten. 50 Seiten mit 2 Tafeln.

Vom wirtschaftlichen Geiste der Technik. Von Dr. R. Haas. 62 Seiten. Berlin 1927, V.D.I.-Verlag. — Preis broschiert M. 1.40. (W. 964.)

Buchbesprechungen

Die Kolbenpumpen, einschließlich der Flügel- und Rotationspumpen. Von H. Berg†, Professor a. D. der Technischen Hochschule Stuttgart. Dritte durchgearbeitete und verbesserte Auflage mit 556 Textabbildungen und 12 Tafeln. Berlin 1926, Julius Springer. Preis gebunden RM. 27.90.

Die Kolbenpumpen stehen in lebhaftem Wettbewerb mit den Kreiselpumpen und sind wie diese in fortschreitender Entwicklung begriffen. Dieser Entwicklung trägt auch die neue Auflage des bekannten Buches von H. Berg Rechnung; sie ist von dem Sohne des kurz vor Fertigstellung des Manuskripts verstorbenen Verfassers herausgegeben und weist gegenüber den früheren Auflagen mehrfache Erweiterungen und Verbesserungen auf.

In dem theoretischen Teil des Werkes werden zunächst kurz Einrichtung und Wirkungsweise und die verschiedenen Bauarten der Kolbenpumpen besprochen, worauf die Saug- und Druckwirkung, die durch den Einfluß der Wassermassen verursachten Störungen, wie das Zurückbleiben der Wassersäule beim Ansaugen, Wasserschläge und dergleichen, sowie die Mittel zu ihrer Vermeidung eingehend erörtert und Gleichungen zur Berechnung der größtmöglichen Saughöhe oder Drehzahl einer Pumpe aufgestellt werden.

Es folgt nun ein Abschnitt über Windkessel, der eigene Untersuchungen des Verfassers über die Druckschwankungen im Windkessel und die damit zusammenhängenden Geschwindigkeitsänderungen und Schwingungen in den Leitungen, insbesondere über die Verhältnisse im Resonanzgebiet, ferner über den Einfluß des Windkessels auf das Ingangsetzen und Abstellen der Pumpen und Gleichungen zur Berechnung der Windkessel enthält.

Im Abschnitt über Ventile sind neben den grundlegenden theoretischen Betrachtungen über die Ventilbewegung die Ergebnisse von Versuchen des Verfassers an verschiedenen Ventilen aufgenommen, die eine wertvolle Ergänzung der Theorie und die Grundlage zur Berechnung der Ventile bilden. Ueber die Versuche selbst, durch die insbesondere die Abhängigkeit der Schlaggrenze von der Konstruktion und Belastung des Ventils festgestellt wurde, wird in einem Anhang zu dem Abschnitte über Kolbenpumpen berichtet.

Ueber die von dem Verfasser vorgeschlagene Art und Weise der Berechnung der Ventile kann man allerdings anderer Meinung sein; sie dürfte wohl nicht auf alle Fälle besonders auf andere Ventilformen ohne weiteres angewendet werden können.

In dem Abschnitte über die Berechnung der Ventilbelastungsfedern wird die Angabe von Festigkeitswerten für Messing-, Bronze- und Gummirohr-Federn, die vielfach verwendet werden, vermißt.

Der theoretische Teil schließt mit der Aufstellung von Gesichtspunkten für den Entwurf von Kolbenpumpen, die durch Aufnahme von Berechnungsbeispielen an Wert gewinnen würde.

Der zweite Hauptabschnitt: Die konstruktive Ausführung der Kolbenpumpen, befaßt sich zunächst mit den Einzelteilen,

Digitized by Google

Pumpenkörper, Windkessel, Kolben, Stopfbüchsen und Ventilen, sowie den Einrichtungen zum Anlassen und Abstellen der Pumpe und zur Regelung der Fördermenge.

In diesem Abschnitte vermißt man Abbildungen von Tauchkolben oder Plungern, da die Zeichnungen der vollständigen Pumpen, auf die bei der Beschreibung hingewiesen wird, des kleinen Maßstabes wegen die Ausführung nicht genügend deutlich erkennen lassen. Bei der Besprechung der Regelung wäre ein Hinweis auf das Buch von Dr.-Ing. L. Walther, Dynamik der Leistungsregelung von Kolbenkompressoren und Pumpen, angezeigt.

Von ausgeführten Kolbenpumpen werden an Hand von Textabbildungen oder Tafeln eine größere Anzahl typischer, besonders neuerer Bauarten unter Hervorhebung der Besonderheiten besprochen und kritisch beleuchtet, so daß dem Konstrukteur ein reiches Material an Vorbildern geboten wird. Etwas stiefmütterlich ist die Differentialpumpe behandelt.

Zunächst werden Pumpen mit Handbetrieb (Brunnen-, Entwässerungs- und Preßpumpen), dann solche mit Riemenbetrieb (Tiefbrunnenpumpen, Plunger- und Scheibenkolbenpumpen für verschiedene Zwecke), ferner Pumpen mit elektrischem Antrieb (Wasserhaltungsmaschinen), Pumpen mit Antrieb durch Gasmaschinen und schließlich solche mit Dampfbetrieb, erörtert. Von den Dampfpumpen werden sowohl kleinere Schwungradpumpen für Kesselspeisung u. a. als auch Pumpmaschinen für Wasserwerke und direkt wirkende Dampfpumpen (Simplex- und Duplex-Pumpen) ausführlich behandelt. Der Abschnitt über die direkt wirkenden Dampfpumpen würde durch eine schematische Darstellung der Simplexpumpen in ähnlicher Weise, wie sie für die Duplexpumpen gebracht wird, an Wert gewinnen.

An diesen Hauptabschnitt schließt sich der bereits erwähnte Anhang: Versuche über die Wirkungsweise von Pumpenventilen an, an dessen Schluß noch die Verwertung der Indikatordiagramme zur Beurteilung der Vorgänge im Innern des Pumpenzylinders dargelegt ist.

Die beiden letzten Abschnitte befassen sich mit den Flügelpumpen oder Pumpen mit schwingendem Kolben und den Rotationspumpen oder Kapselpumpen. Von letzteren werden nur neuere Bauarten, wie z. B. Rundlaufpumpen, Zahnradpumpen oder Drehkolbenpumpen besprochen, während bezüglich der älteren Ausführungen auf das Werk: Die Pumpen von Hartmann und Knoke, III. Auflage von H. Berg, aus dem die I. Auflage des vorliegenden Buches hervorgegangen ist, verwiesen wird. Neben der Beschreibung der verschiedenen Bauarten wird auch auf die Berechnung dieser Pumpensysteme, ihren Betrieb und ihre Verwendung kurz eingegangen.

Das Buch behandelt somit das große Gebiet der Pumpen mit Verdrängern in erschöpfender Weise. Die neue Auflage ist durch Erweiterungen in den Abschnitten über Windkessel und Ventile, vor allem aber in jenem über die konstruktive Ausführung der Kolbenpumpen durch Aufnahme neuzeitlicher Konstruktion gekennzeichnet. Es steht unter den Büchern über Kolbenpumpen an erster Stelle und ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Konstrukteur sowie überhaupt für jeden Ingenieur, der sich mit Pumpen zu befassen hat. Die geringen Bemängelungen können den Wert des Buches nicht schmälern.

Druck und Ausstattung zeigen die bei dem bekannten Verlag übliche Güte und Sorgfalt. Das Buch kann deshalb bestens empfohlen werden. (W. 824.) F. Schmeer.

Jahrbuch der Elektrotechnik, Uebersicht über die wichtigeren Erscheinungen auf dem Gesamtgebiete der Elektrotechnik, unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen und mit besonderer Unterstützung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie herausgegeben von Dr. Karl Strecker. 13. Jahrg., das Jahr 1924. 269 S. München und Berlin 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis geheftet RM. 14.20, gebunden RM. 15.40.

Die Bedeutung dieses Jahrbuches, das nunmehr für die Literatur des Kalenderjahres 1924 vorliegt, wurde schon gelegentlich der Besprechung des vorhergehenden Jahrganges in dieser Zeitschrift 1925, Heft 20, Seite 339, hervorgehoben. Die zweijährige Verspätung ist nun einmal ein aus der Durcharbeitung der ganzen Literatur seitens eines großen Stabes von Sonderfachleuten sich ergebendes notwendiges Uebel; trotzdem ist das Buch ein wichtiges Orientierungsmittel von außerordentlicher Bedeutung. Auch in diesem Jahrgang zeigt die Durchsicht, daß alles in der zerstreuten Literatur Gebotene, darunter auch alle uns in diesem engeren Kreise interessierenden Arbeiten über die Wasserkraftnutzung und deren Grenzgebiete, wieder übersichtlich und in sachlichem Zusammenhang zusammengetragen sind. Von der Wassermengenmessung auf elektrischem Wege bis zur deutschen Wasserwirtschaft und zu Einzelaufgaben, wie selbsttätige Wasserkraftwerke und dgl., bietet das Buch einen wohl lückenlosen Quellennachweis. (W. 924.) Ing. C. Reindl.

Geschäftliches.

Bayernwerk A.G. — Walchenseewerk A.G. — Mittlere Isar A.G. München.

Die Berichte der staatlichen Großkraftunternehmungen heben hervor:

Im 6. Geschäftsjahr vom 1. Oktober 1925 bis 30. September 1926 wurde die zweite 100-kV-Leitungsstrecke vom Walchenseewerk nach Karlsfeld fertiggestellt, ferner die zweite Leitung auf der Strecke Karlsfeld—Meitingen—Niederstotzingen. Kurz nach Schluß des Geschäftsjahres wurde auch die 110 km lange 110-kV-Doppelleitung vom Kachletwerk zum Umspannwerk Regensburg fertiggestellt und einstweilen für Eigenbedarfslieferung zur Baustelle in Betrieb genommen. Die Vorarbeiten für die zweite Belegung der Strecke Regensburg—Amberg—Nürnberg zum Transport der im Kachletwerk gewonnenen Arbeit, ferner die Vorarbeiten für die 100-kV-Doppelleitung vom Walchenseewerk nach Scharnitz (Landesgrenze) zum Zusammenschluß mit dem Achenseewerk und schließlich eine 100-kV-Verbindung von Bamberg nach Schweinfurt (Ring Nürnberg—Bamberg—Schweinfurt—Würzburg—Nürnberg) wurden geleistet. Mit der Einrichtung des Umspannwerkes beim Kachletwerk (66 000 kVA) ist begonnen.

Der Gesamtabsatz an Drehstromarbeit betrug 248 Millionen kWh. Hierzu wurden 18,4 Millionen kWh aus dem Kraftwerk Viereth der Rhein-Main-Donau A.G. nach Nürnberg und Würzburg übertragen. Die höchste Drehstromspitze am 30. September 1926 betrug 113 000 kW. Die Uebertragungsverluste und der Eigenbedarf beliefen sich auf etwa 8% der Gesamtarbeit. An die Reichsbahn wurden 49 Millionen kWh Einphasenarbeit geliefert, so daß sich der gesamte Arbeitsumsatz auf 335 Millionen kWh beläuft (Zugang gegen das Vorjahr rund 46%).[1])

Kurz nach Schluß des Geschäftsjahres wurde die Stromlieferung an die Württembergische Landes-Elektrizitäts-A.G. Stuttgart vertraglich erweitert und die Lieferung Anfang dieses Jahres aufgenommen. Der Vertrag mit der Tiroler Wasserkraftwerk A.G. in Innsbruck auf den am 1. Oktober d. J. beginnenden und im Laufe der nächsten drei Jahre auf 40 000 kW zu steigernden Energiebezug aus dem Achenseewerk wurde abgeschlossen.

Die Bayernwerk A.G. weist einen Reingewinn von 64 620 Mk. aus.

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, H. 24, S. 293.

Digitized by Google

Walchenseewerk und Mittlere Isar, für welche beide das Berichtsjahr ein Vollbetriebsjahr war, lieferten zusammen, als Einheit betrachtet, 270,89 Millionen kWh Drehstrom,[2]) welche sich zu 98,75 Millionen kWh auf das Walchenseewerk und zu 172,14 Millionen kWh auf die Mittlere Isar verteilen. Einphasenstrom wurden dem Walchenseewerk 20 Millionen kWh, der Mittleren Isar 27,22 Millionen kWh angerechnet.

Beim Walchenseewerk erforderten die Ufersicherungen am Walchensee, besonders Staatsstraßenverlegungen und Anpassung von Schiffshütten und Bacheinläufen an die Absenkung, erhebliche Aufwendungen. Die Seeabsenkung wurde nur in beschränktem Maße durchgeführt mit einem tiefsten Stand von — 1,04 m am 24. Dezember 1925.

Beide Berichte heben hervor, daß infolge der reichen Wasserdarbietung bei einzelnen Stromabnehmern des Bayernwerkes in deren eigenen Wasserkraftanlagen und durch die Wirtschaftskrise die staatlichen Großkraftwerke nicht voll ausgenutzt werden konnten. Der Monatsabsatz im Drehstromteil betrug zu Anfang des Geschäftsjahres 21 bis 24 Millionen kWh, vom Januar bis Juli 1926 aus den angeführten Gründen nur 17 bis 19 Millionen kWh, und steigerte sich gegen Ende des Geschäftsjahres auf 31,3 Millionen kWh.

Das Walchenseewerk A.G. weist einen Reingewinn von rund 134 000 Mark, die Mittlere Isar A.G. einen solchen von rund 18 400 Mark aus. (W. 132.)

Innwerk Bayerische Aluminium A.G. München.

Das der Viag, also dem Reichskonzern (vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 16, Seite 198) angehörige Unternehmen erzielte 1926 einen Betriebsgewinn von 3 005 118 Mark, wovon nach Abzug der Handlungsunkosten, Zinsen und Abschreibungen, sowie Zuweisung in den Erneuerungsfond, 6% Dividende auf 13,2 Millionen Mark Aktienkapital verteilt und 48 275 Mark vorgetragen werden. Nach dem Geschäftsbericht wurden im Betriebsjahre 1926 erzeugt 464,64 Millionen kWh, das sind um 16% mehr als im Vorjahre. Infolge der Verbesserungen in der Drehstrom-Kraftübertragung (Phasenschieber) zu den Bayerischen Stickstoffwerken wurde ein Maschinensatz von Drehstrom auf Gleichstrom umgestellt, so daß nunmehr 8 (vorher 7) Gleichstromeinheiten für die Aluminiumerzeugung arbeiten, ohne daß die Leistung der 7 Drehstromaggregate verringert wurde. Der Bericht hebt hervor, daß sich erstmalig die Wirkung des Wehrstaues auf die Geschiebeführung durch Ablagerungen im Stauraum und Eintiefung des Inns im Unterwasser bemerkbar machten, was erhebliche Aufwendungen zur Sicherheit der Ufer an der Wehrstelle und zur Regulierung des Auslaufes des Unterwasserkanals erforderte.

Die Vereinigte Aluminiumwerke A.G. zu Lautawerk (Lausitz) weisen einen Reingewinn von 4,25 Millionen M. auf, welcher trotz der 11-prozentigen Preisherabsetzung für Aluminium als Erfolg der Produktionsvergrößerung des Innwerkes vermerkt wird. Der Geschäftsbericht betont ausdrücklich, daß sich die Vorteile des Wasserkraftstromes für die Aluminiumherstellung im Innwerk erwiesen haben und dort selbst eine Reihe neuer Ofenserien in Betrieb genommen werden könnte. (W. 133)

[2]) Die Arbeitsfähigkeit der beiden Werke zusammen beträgt an Drehstrom 370 Mio kWh (Ausnutzung: 73,5 Proz.), an Bahnstrom 140 Mio kWh (Ausnutzung: 35 Prozent).

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 17. Mai 1927.

27c, 11. E. 29 139. Erste Brünner Maschinen-Fabriks-Ges., Brünn. Kreiselverdichter mit mehreren Teilverdichtern. 5. 3. 23.

74b, 1. B. 123 374. Karl Bauer, Stuttgart, Reinsburgstraße 19. Vorrichtung zum Fernanzeigen des Standes und der Menge einer Flüssigkeit in einem Behälter mittels eines unterteilten Schwimmers. 28. 12. 25.

84a, 6. R. 66 378. Firma H. Reichelt, Lichtenstadt bei Karlsbad, Tschechoslowakische Republik. Drehbarer Trommelrechen. 7. 1. 26.

84b, 1. B. 119 049. Dr.-Ing. Emil Burkhardt, Stuttgart, Landhausstraße 95. Kammerschleuse mit Vorkammer zur Vernichtung der lebendigen Kraft des am Schleusenoberhaupt einfließenden Wassers. 31. 3. 25.

84c, 2. G. 63 467. Johannes Guckes, Kiel, Schwanenweg 23. Verfahren zum Einspülen von Spundwänden. 13. 2. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 24. Mai 1927.

84a, 3. 442 920. Dipl.-Ing. Adolf Beutel, Neckargemünd. Walzenwehr. 22. 9. 22. B. 106 515.

84a, 5. 442 641. Josef Drüke, Essen, Gärtnerstraße 28. Verfahren zum Verlegen von Dükern und ähnlichen Rohrleitungen. 27. 7. 24. D. 45 892.

87a, 22. 442 921. Ernst Wartenberger, Hamburg, Catharinenstraße 31. Blechkistenöffner. 30. 1. 26. W. 71 582.

88a, 7. 442 931. The English Electric Company Limited, und Paul Deriaz, London. Ausflußkammer für Wasserturbinen. 27. 4. 23. E. 29 354. Großbritannien 27. 4. 22.

59b, 2. H. 109 199. Herborner Pumpenfabrik J. H. Hoffmann G. m. b. H., Herborn. Auf dem Boden einer Grube arbeitende Pumpe für unreine Flüssigkeiten (Jauchepumpe) mit Rührwerk. 9. 12. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 31. Mai 1927.

47h, 22. E. 31 251. The English Electric Company Limited, London. Hydraulisch bewegtes Absperrorgan, das seine Schließbewegungen durch einen mitgeführten Drosselkörper selbst steuert. 11. 9. 24. England 22. 12. 23.

22h, 2. R. 67 096. Hans Rebs, Godesberg a. Rh. Verfahren zur Herstellung glänzend trocknender Firnisse aus Holzöl. 25. 3. 26.

22h, 4. J. 27 034. J. G. Farbenindustrie Akt.-Ges., Frankfurt a. M. Verfahren zur Herstellung von nitrozellulosehaltigen Oellacken bzw. Oelfirnissen. 17. 12. 25.

47f, 8. M. 91 411. Hermann Müller, Berlin-Charlottenburg, Oldenburgallee 1. Dichtung für Rohrleitungen. 18. 9. 25.

88a, 6. 442 962. Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens bei Luzern. Leitrad für Wasserturbinen mit Außenregelung der Drehschaufeln. 20. 3. 26. A. 47 301.

84d, 1. 443 069. Waggon- und Maschinenbau Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Unterwagen für auf Schienen laufende Bagger, Absetzvorrichtungen, Verladebrücken u. dgl. 9. 10. 24. W. 67 290.

84d, 2. 443 159. Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Akt.-Ges., Halle a. d. S., Max Jaschke und Dipl.-Ing. Franz Kienast, Neuzetzsch, Post Hohenmölsen. Vorschneidevorrichtung an Eimerkettenbaggern. 25. 7. 25. J. 26 464.

An unsere Leser.

Der Gesamtauflage dieser Nummer wurde eine Abonnementsbestellkarte für die „Illustrierte Technik für Jedermann" beigefügt, die wir einer freundlichen Beachtung und Benützung empfehlen. Die „Illustrierte Technik für Jedermann" ist bekanntlich die einzige 20-Pfg.-Wochenschrift, die in allgemein verständlicher Weise über die Fortschritte und Neuerungen der Technik in Bild und Wort unterrichtet. Ihr Inhalt bringt dem Fachmann und dem Laien allerhand Wissenswertes zu einem außerordentlich billigen Preis.

Wir bitten um Ausfüllung der Karte und Absendung an den unterzeichneten Verlag.

G. Hirth's Verlag Nachf. Richard Pflaum A. G.,
München, Herrnstraße 2—10.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Eisenbahnen und Wasserstraßen.

Der Gesamtausschuß des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes hat in seiner Sitzung vom 11. März d. J. auf Antrag von Professor Heiser, Dresden, folgende Entschließung gefaßt.

Der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. hat nicht die Absicht, in dem gegenwärtig die Oeffentlichkeit stark beschäftigenden Widerstreit zwischen Eisenbahnen und Wasserstraßen einzugreifen. Abgesehen davon, daß er die Entscheidung glaubt zweckmäßiger den mehr zuständigen und deshalb auf dem reinen Wasserstraßen-Verkehrsgebiet auch mehr sachkundigen Verbänden überlassen zu sollen, vertritt er grundsätzlich die Auffassung, daß über die Notwendigkeit und die Bauwürdigkeit einer Wasserstraße nur von Fall zu Fall unter sorgfältiger Beachtung aller Begleitumstände, niemals aber generell entschieden werden kann.

In dieser Einstellung verfolgt aber der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband mit wachsender Besorgnis die Erscheinung, daß bei der Austragung des Streites über Kanäle und Eisenbahnen in der Oeffentlichkeit der Eindruck erweckt wird, als ob der Wertvergleich nur nach den Pfennigkosten entschieden werden kann, die für die Leistung eines Tonnenkilometers auf dem einen oder anderen Verkehrswege aufzuwenden sind. Ein solcher Vergleichsmaßstab ist einseitig und führt in Ansehung der Wasserstraße zu falschen Auffassungen in der Oeffentlichkeit. Neben ihrer Aufgabe als Verkehrsweg hat eine jede Wasserstraße mehr oder minder ihre besonderen Aufgaben in landeskultureller und siedlungstechnischer Hinsicht.

Landeskulturell ermöglicht sie in vielen Fällen erst durch eine Vorflutbeschaffung und die Durchführung von Ent- und Bewässerungsanlagen die Aufschließung von Oedland zu Siedlungszwecken und die wesentliche Besserung bereits landwirtschaftlich genutzter Flächen. Selbstverständlich muß dabei verlangt werden, daß den Kanalbauten eingehende Untersuchungen über das Verhältnis zwischen dem späteren Kanalwasserstand und dem Grundwasserstand der vom Kanal durchschnittenen Ländereien vorausgehen.

Siedlungstechnisch haben gerade die Wasserstraßen eine ungewöhnlich starke dezentralisierende, eine räumliche Arbeitsteilung begünstigende Kraft. An ihren Ufern und Häfen findet man überall die Ansiedlungen großindustrieller Unternehmungen, von Mühlenwerken, Oelraffinerien usw., vor allem der Veredelungsindustrie. Wenn sich auch heute unter den gegenwärtigen wirtschaftsschwierigen Verhältnissen diese dezentralisierende Wirkung, die zu einer Verringerung der Menschenanhäufung auf engstem Großstadtraum einerseits und zu Landindustrien mit dem Vorzug enger Verbindung mit der Landwirtschaft und mit gesunden Siedlungsmöglichkeiten anderseits führen muß, nicht in vollem Umfange zeigen kann, so muß doch in Zukunft mit dieser Wirkung gerechnet werden, und es muß bereits gegenwärtig eine weitsichtige Wirtschaftspolitik diesen für das soziale Leben unseres Volkes außerordentlich segensreichen Vorzug der Wasserstraßen bei ihren Vergleichsuntersuchungen mit in Rechnung stellen. Dadurch würde sie aber auch in gleicher Weise rein verkehrstechnisch richtiger handeln, weil sie damit die Verkehrsbelastung großstädtischer Verkehrsanlagen wünschenswert vermindern, den sonst immer stärker werdenden wirtschaftlichen Leerlauf der Verkehrsmittel der Eisenbahn auf Verschiebebahnhöfen verringern, die von ihnen eingenommenen Grundflächen beschränken kann, während auf der anderen Seite sich ein jeder Verkehr aus den Industriesiedlungen an Wasserstraßen reibungslos und ohne Zeitverlust in den Wasserstraßenverkehr einfädeln lassen wird.

Auf diese im gegenwärtigen Meinungsstreit viel zu wenig beachteten Wirkungen der Wasserstraßen die Oeffentlichkeit hinzuweisen, hielt der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband für seine Aufgabe und Pflicht. (W. 135.)

Gründung einer Flußüberwachungsstelle in Halle a. d. Saale.

Am 28. Januar 1927 wurde im Oberbergamt zu Halle unter dem Vorsitz des Ministerial-Direktors von Meyren (Preuß. Ministerium für Handel und Gewerbe) über die Einrichtung einer Abwasseruntersuchungsstelle für Saale und Unstrut, mit dem Sitz in Halle, verhandelt.

Veranlassung zu dieser Gründung hat die Kali-Industrie gegeben, welche allein mit einem Kostenaufwand von 50 000 M. in Sondershausen eine Flußüberwachungsstelle unterhält. Da die Kaliwerke bis auf zwei nur noch Ablaugen erzeugen, hatten sie die Aufhebung dieser Stelle beantragt. Der Regierungsvertreter glaubte jedoch, den Industrien die Gründung einer neuen Stelle mit dem Sitz in Halle empfehlen zu müssen. Als Zeitpunkt ist der 1. April 1927 vorgesehen. Die erforderlichen jährlichen Kosten belaufen sich auf 50 000 M., wovon ½ die Kali-Industrie und die andere Hälfte von den anderen Industrien und Gemeinden freiwillig aufzubringen sind. Der Regierungsvertreter hat darauf hingewiesen, daß, wenn eine gütliche Einigung nicht zu erzielen wäre, eine zwangsweise Kontrolle erwirkt werden kann. Durch Gesetz könnte gegebenenfalls jederzeit eine Zwangsgenossenschaft mit höheren Kosten gegründet werden. (Zum Beispiel Emscher-Genossenschaft und Ruhrverband.) Die Kali-Industrie, Sprecher: Dr. Karau, Berlin, und einige Werksvertreter haben für sich die Kosten als zu hoch abgelehnt und wollen die Aufhebung der alten Stelle und Vergrößerung der jetzigen Magdeburger Stelle erwirken.

Die Papier-Industrie, Sprecher: Dr. Breyer, Jena, wünscht große Beteiligung, damit nicht nur die Industrien die Kosten aufbringen müssen, und beschwert sich über die Steigerung der Kosten in Magdeburg von 30 auf 45 000 M. Die Braunkohlenindustrie, Sprecher: Dr. De la Sauce, will ebenfalls nur eine Stelle in Halle und beklagt sich über den angedrohten Zwang und verlangt Hinzuziehung aller Beteiligten.

Magistrat Halle, Medizinalrat Dr. Schnell, verlangt die Hinzuziehung des Staates Sachsen, der wesentlich zur Verschlechterung der Verhältnisse beigetragen hat. Ueber die Kostenverteilung soll nochmals unter Hinzuziehung der einzelnen Industriegruppen, die in der Sitzung bestimmt wurden, verhandelt werden.

Als Leiter der neuen Stelle ist Herr Dr. Bettels, Hildesheim, als Assistent Dipl.-Ing. Meyer, Sondershausen, vorgesehen. Nach dem Kostenverteilungsplan sollen die Zuckerfabriken je 300 M. bis 6300 M. aufbringen. (W. 996.) M. Gr.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 9 | 1. MAI | 1927

Aus dem Inhalt: Ueber Beseitigung von Geschiebeablagerungen vor den Schwellen der Einlaufbauwerke. / Berichtigung zu „Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Flußläufe". / Rundschau: Zukunftsmöglichkeiten der Elektrizitätswirtschaft. / Abnützungsprobe der Holzverkleidung eines Wehrauslaufes. / Aesthetik in der Wasserkraft. / Kurze Nachrichten. / Buchbesprechungen.

Über Beseitigung von Geschiebeablagerungen vor den Schwellen der Einlaufbauwerke.

Von Prof. Dr.-Ing. Thürnau, Regierungs- und Baurat a. D., Darmstadt.

Das Bestreben, die Leistung von Wasserkraftwerken durch möglichst hohes Aufstauen des Wassers auf das äußerste zu steigern, hat bei neueren Anlagen dazu geführt, daß der normale Stauspiegel an der Entnahmestelle immer mehr in die Nähe des höchsten Hochwasserspiegels und sogar auch wesentlich darüber gelegt wird. Der Vorteil, der den Werken aus der dadurch erzielten größeren Leistung erwächst, muß in geschiebeführenden Flüssen durch die vermehrten Schwierigkeiten erkauft werden, die unter diesen Verhältnissen die Abfuhr des Geschiebes und der Schutz der Zuleitungen und Turbinen vor dem Eindringen von Sand und Kies bereiten.

Zur Abhaltung des Geschiebes von den Zuleitungen sind gewöhnlich die Einlaufbauwerke mit Schwellen und Sandfängen versehen. Die Schwellen an der Grenze zwischen Einlaufbauwerk und Wasserlauf gelegen, sollen dem Geschiebe, insbesondere den groben Bestandteilen desselben, den Eintritt in das Einlaufbauwerk wehren. Die hinter den Schwellen angeordneten Sandfänge haben die Aufgabe, die trotzdem in das Einlaufbauwerk gelangten groben Geschiebemassen, sowie das über die Schwellen gehende feine Material zur Ausscheidung und Ablagerung zu bringen. Die Wirkung der Schwellen ist im allgemeinen gut, wenn ihre Krone hoch genug über der Flußsohle liegt und dafür gesorgt wird, daß die Geschwindigkeit des überströmenden Wassers klein genug bleibt. Die Wirkung der Sandfänge dagegen ist in der Regel gering. Sie können selten die Größe erhalten, die sie befähigt, als vollwertige Klär- oder Absitzbecken zu dienen und lassen sich nur schwierig und unvollkommen reinigen. Besondere Vorrichtungen zur Reinigung der Sandfänge sind mehrfach vorgeschlagen worden. Sie haben sich jedoch nicht recht einbürgern können. Teils sind sie zu teuer oder in ihrer Wirkung auf zu kleinen Raum beschränkt, teils im Betriebe zu umständlich, empfindlich und deshalb nicht sicher genug. Infolgedessen hat ein gewisses Mißtrauen gegen die Sandfänge um sich gegriffen und verschiedene neuere Anlagen lassen denn auch erkennen, daß die Schutzmaßnahmen gegen die Versandung der Wasserzuleitungen mehr auf die Zurückhaltung des gesamten groben und feinen Geschiebematerials noch vor den Einlaufschwellen, als auf das Abfangen des feinen Materials in den Sandfängen hinzielen. Die Einlaufschwellen sind aber, da sie durchwegs im Staubereich der Wehre liegen, ebenso der Verschotterung ausgesetzt wie die Flußsohlen selbst. Haben die Schotterablagerungen eine gewisse Höhe erlangt, so verlieren die Einlaufschwellen ihre Wirkung. Das überfließende Wasser nimmt dann zunächst die feinen Bestandteile des Geschiebes in großen Mengen mit sich über die Schwelle, und diesen folgen die groben, nachdem die Schotterablagerungen die Schwellenkrone erreicht haben. Auf die Abwehr des Geschiebes mit Hilfe der Schwellen kann daher nur gerechnet werden, wenn es gelingt, sie in ausreichendem Maße von Geschiebeablagerungen frei zu halten. Das naheliegendste wäre, Ablagerungen oberhalb der Wehre durch Aufrechterhaltung der natürlichen Geschiebeabfuhr zu verhindern. Dies stößt jedoch auf erhebliche Schwierigkeiten. Gewöhnlich wird die natürliche Geschiebeführung durch Oeffnen der Wehrver-

Digitized by Google

schlüsse bei Hochwasser herbeizuführen gesucht. Ein Erfolg ist dieser Maßnahme nur unter gewissen Voraussetzungen beschieden. Durch das Oeffnen der Wehre wird zwar annähernd der ursprüngliche Fließzustand wieder hergestellt, bei dem früher die natürliche Geschiebeabfuhr glatt vonstatten gegangen ist. Zum genügenden Abbruch der Ablagerungen oder gar zur Reinigung der Flußsohle kann es aber selbst bei hohen Hochwassern nur dann kommen, wenn diese lange anhalten und die Geschiebeführung überhaupt nicht sehr bedeutend ist. Das ist in den Flüssen des Flachlandes meist der Fall. In den Flüssen des Mittelgebirges, in denen hohe aber kurze Hochwasserwellen vorherrschen, ist auf diese Weise eine wesentliche Verminderung der Geschiebeablagerung kaum zu erzielen. Zwar findet bei geöffnetem Wehr Abbruch und Abwanderung des Geschiebes während des Durchganges der Hochwasser statt. Allein schon die Kürze der hierzu verfügbaren Zeit des Hochwasserdurchganges läßt keine befriedigende Wirkung erhoffen. Liegt nun gar der normale Stauspiegel sehr hoch, etwa in Höhe des höchsten Hochwassers oder darüber, so wird die Spülwirkung dadurch noch weiter beeinträchtigt, daß zur Erzielung einer möglichst großen elektrischen Leistung der Stau noch während des Abflusses der Hochwasserwellen wiederhergestellt, gegebenenfalls sogar während des ganzen Durchganges der Wellen aufrechterhalten wird. Diese Betriebsweise der Wehre hat zur Folge, daß namentlich bei mittleren Hochwassern schon zu einer Zeit, in der die Geschiebebewegung noch im Gange ist, die Fließgeschwindigkeit oberhalb der Wehre verlangsamt und damit die Vorbedingung für Ablagerung erneut geschaffen wird. In den Flüssen des Hochgebirges liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Dauer der Hochwasserwellen häufig erheblich günstiger. Trotzdem sind auch hier die Vorbedingungen für das Freihalten der Flußsohlen nicht vorteilhafter, weil in den langen Hochwasserwellen die Geschiebezufuhr bedeutend stärker ist und die Rücksicht auf die Kraftgewinnung ähnliche Verhältnisse wie in den Flüssen des Mittelgebirges schafft.

Die Schwierigkeiten, die sich der Freispülung der gesamten Flußsohle oberhalb der Wehre entgegenstellen, haben dazu geführt, daß man sich meist darauf beschränkt, den im Bereich der Einlaufschwelle gelegenen Teil der Flußsohle von Geschiebeablagerungen frei zu halten. Zu diesem Zwecke werden die Einlaufschwellen gewöhnlich nahe an das Wehr herangerückt und in den Wehrwänden unmittelbar neben den Einlaufschwellen Grundablässe angebracht. Sobald der Zufluß den Wasserverbrauch genügend überschreitet, werden die Grundablässe geöffnet und dadurch starke Spülströme erzeugt, die das vor der Schwelle abgelagerte Geschiebe in das Unterwasser führen. Der geringe Wasserverbrauch der schmalen Grundablässe erlaubt, letztere beim Durchgang der Hochwasserschwellen früher in Gebrauch zu nehmen und später zu schließen als die übrigen Wehröffnungen von größerer Weite. Dadurch fällt für die Grundablässe der Nachteil der zu kurzen Benutzungszeit fort. Nichtsdestoweniger läßt sich auch mit den Grundablässen der Raum vor den Einlaufschwellen nicht freispülen und ihrer Verschotterung nicht begegnen. Wie die Beobachtungen an ausgeführten Einlaufbauwerken zeigen, beschränkt sich die an sich sehr gute Spülwirkung der Grundablässe auf einen verhältnismäßig kleinen Raum am unteren Teil der Einlaufschwelle, während der mittlere und obere weit größere Teil ungespült bleibt.

Die geringe Spülwirkung der Grundablässe sowie die Bedeutung, die die Verhütung des Eindringens von Flußgeschiebe in die Einlaufbauwerke bei der mangelhaften Wirkung der Sandfänge besitzt, haben den Anlaß zu einer Reihe von Versuchen

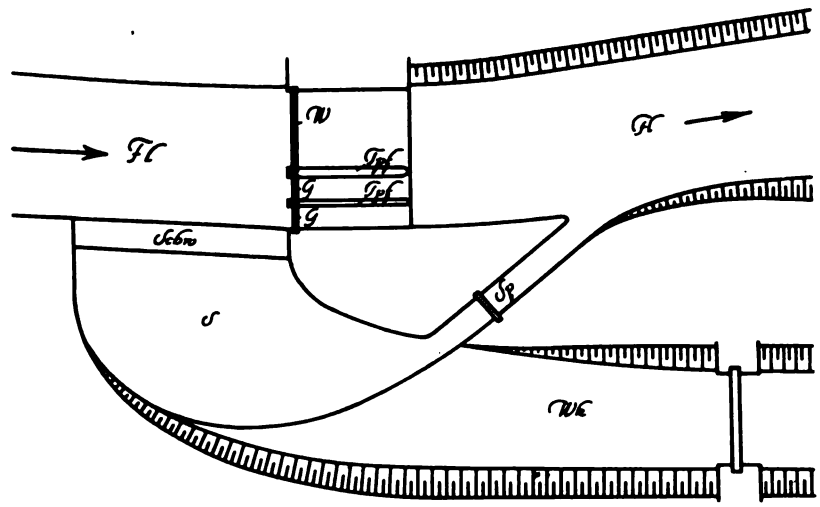


Abb. 1. Modell des Stauwerkes in der Flußrinne.
Fl) Flußlauf; W) Wehrwand; G) Grundablaß; Tpf) Trennungspfeiler; Schw) Schwelle; S) Sandfang; Sp) Spülschütz; Wk) Werkkanal.

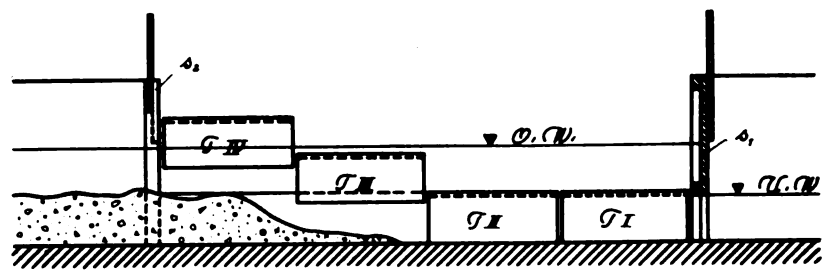


Abb. 3. Einlaufschwelle mit Tauchkörper (Längenschnitt).

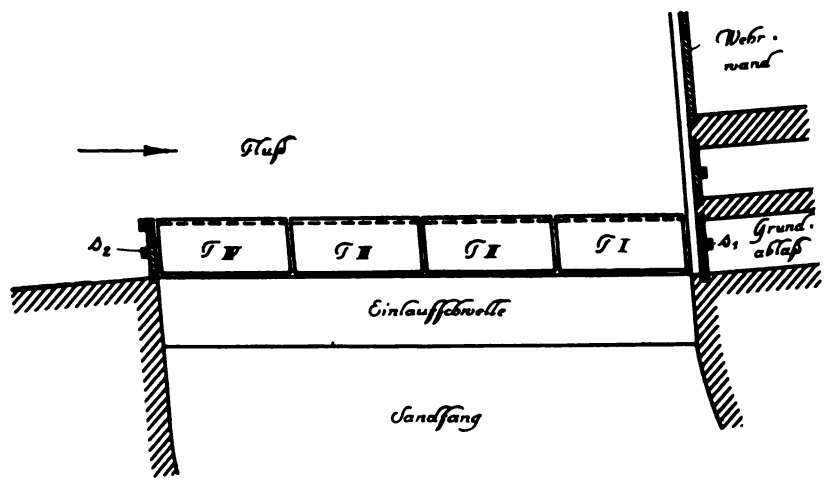
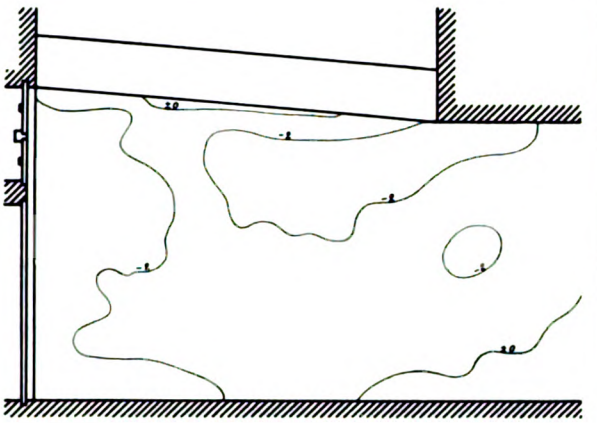
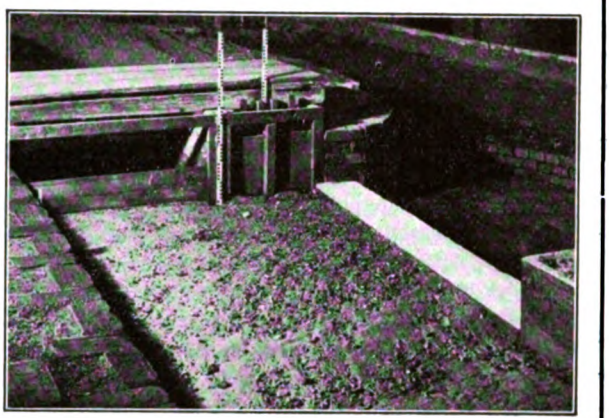
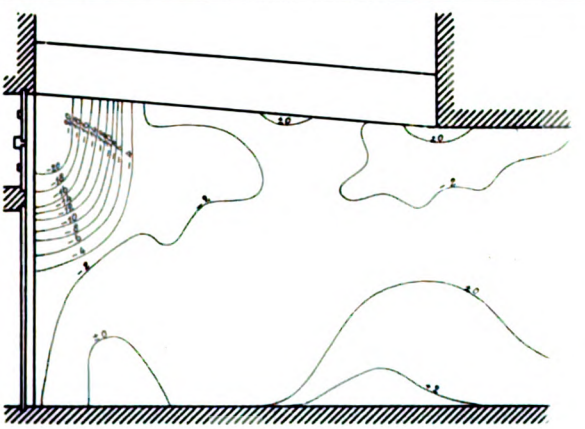
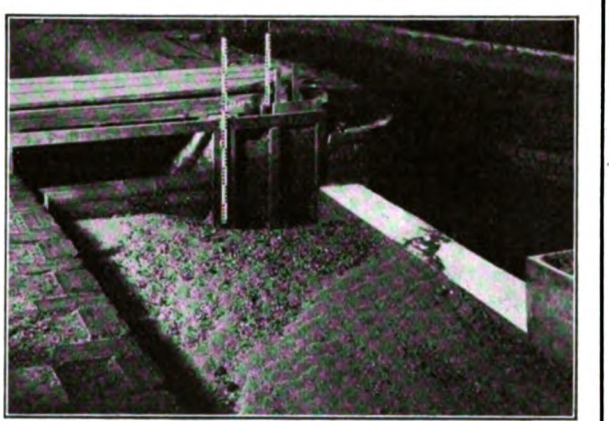
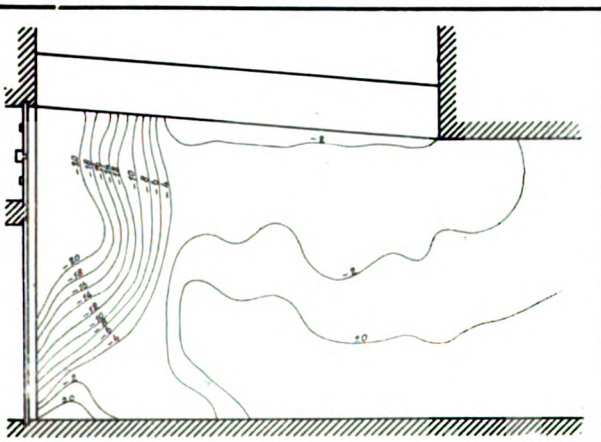
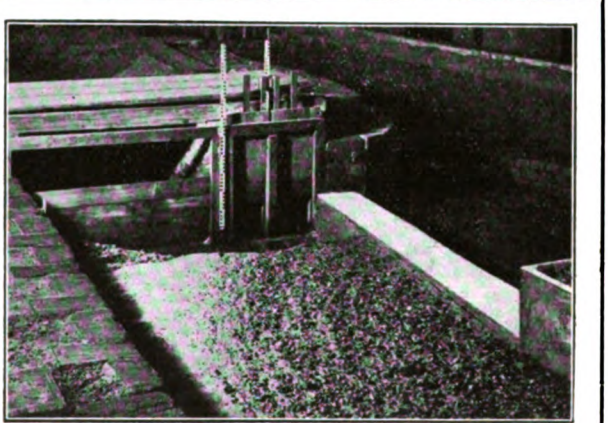


Abb. 4. Einlaufschwelle mit Tauchkörper (Grundriß).

Digitized by Google

Spülung ohne Tauchkörper. I.

Versuch.	Grundriß	Schrägaufnahme
1		
2		
3		

gegeben, die im Jahre 1924 im Wasserbau-Laboratorium der Technischen Hochschule zu Darmstadt ausgeführt worden sind. Die Versuche, deren Ergebnisse im folgenden kurz beschrieben und dargestellt sind, haben den Zweck verfolgt, nähere Aufschlüsse über die Wirkungsweise der Grundablässe zu erhalten, sowie eine Möglichkeit zu finden, mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln der Verschotterung der Einlaufschwellen zu begegnen, um das Eindringen von Schotter, Kies und Sand in die Einlaufbauwerke soweit wie möglich zu verhüten.

Die Versuche sind in der Flußrinne am Modell eines Stauwerkes mit anschließendem Einlaufbauwerk in einem 1,5 bis 2,0 m breiten Wasserlauf durchgeführt worden, der mit Rücksicht auf die Abmessungen der Flußrinne als ein Teil des Flusses von etwa einem Drittel seiner gesamten Breite aufzufassen ist (Abb. 1). In der Wehrwand des Stauwerkes waren unmittelbar neben der Schwelle zwei bis auf die Flußsohle hinabgehende Grundablässe von je 23 cm Lichtöffnung eingebaut. Die Einlaufschwelle hatte 2,10 m Länge und 20 cm Höhe. Die Sohle war im Bereich des Wehres und der Schwelle durch eine Ziegelflachschicht befestigt, im übrigen aber ungeschützt. Die Ufer bildeten gemauerte Wände (Abb. 2). Das Geschiebe bestand aus dem Sand- und Kiesmaterial der Rinne, das eine Korngröße bis zu 3 cm besitzt. Der normale Stauspiegel des Wehres lag 18 cm über der Schwellenkrone und 38 cm über der befestigten Flußsohle. Das Gefälle zwischen Ober- und Unterwasser betrug 20 cm.

Digitized by Google

Die Versuche über die Spülwirkung der Grundablässe gingen ebenso wie die über das Freihalten der Einlaufschwellen von einer völligen Verschotterung der Flußsohle oberhalb des Wehres aus (Zusammenstellung I_1). Zur Feststellung der Wirkungsweise der Grundablässe wurde bei normalem Stau zunächst ein Grundablaß, später auch der zweite 20 cm hoch geöffnet, wobei jedesmal der der Verbrauchswassermenge von 50 l/sec entsprechende Zufluß um die Abflußmenge der Grundablässe, die je 63 l/sec betrug, gesteigert wurde. Etwa 1 bis 2 Minuten nach der Oeffnung des ersten Grundablasses hatte das Wasser, das mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1,5 m/sec durch die Oeffnung ging, ein scharf ausgeprägtes, bis auf die Sohle führendes Loch in die Schotterablagerung gerissen (Zusammenstellung I_2). Das Loch besaß im Grundriß die ungefähre Form einer Viertelellipse, deren lange Achse in der Wehrwand und deren kurze Achse in der Vorderkante der Einlaufschwelle lag. Form und Größe dieses Loches erfuhren bei fortgesetzter Durchströmung in der bis zu 45 Minuten ausgedehnten Beobachtungszeit keine merkliche Veränderung mehr. Die Ausmaße ergaben sich, auf die Breite des Grundablasses umgerechnet, wie folgt:

Ort	Ausmaße des Loches	
	In Richtung der Einlaufschwelle	Quer zur Einlaufschwelle
An der Sohle	1 Grundablaßbreite	2 Grundablaßbreiten
An der Oberfläche der Ablagerung	2 Grundablaßbreiten	4 Grundablaßbreiten

Durch Oeffnen des zweiten Grundablasses erfuhr das Loch, ohne daß sich seine Form wesentlich verändert hätte, eine erhebliche Vergrößerung in der Querrichtung, dagegen nur eine unbedeutende in Richtung der Einlaufschwelle (Zusammenstellung I_3). Die Ausmaße betrugen:

Ort	Ausmaße des Loches	
	in Richtung der Einlaufschwelle	Quer zur Einlaufschwelle
An der Sohle	1¼ Grundsblaßbreite	4½ Grundablaßbreiten
An der Oberfläche der Ablagerung	3 Grundablaßbreiten	7 Grundablaßbreiten

Auch hier erfolgte die Vergrößerung des Loches während der ersten zwei Minuten der Durchströmungszeit, die wie bei dem vorhergehenden Versuch auf 45 Minuten ausgedehnt worden war.

Das Ergebnis dieser beiden mehrfach wiederholten Versuche zeigt, daß der Wirkungsbereich der Grundablässe auf eine sehr kurze Länge der Einlaufschwellen beschränkt bleibt. Der Zustrom des Wassers zu den Grundablässen geht nicht längs der Einlaufschwelle vor sich, sondern erfolgt auf einer Zylinderfläche von annähernd elliptischer Gestalt. Das große Arbeitsvermögen des Wassers in der Durchlaßöffnung verringert sich stromaufwärts schnell und wird bald zu schwach, um die Ablagerungen abbrechen zu können. Für das Freispülen der Einlaufschwellen ist besonders nachteilig, daß die größte Wirkung in der Querrichtung zur Schwelle auftritt. Dadurch werden die Grundablässe schon für kurze Schwellen zu wenig wirksam.

Das Versagen der Grundablässe nötigt dazu, andere Mittel zur Freispülung der Einlaufschwellen zu wählen. Dies ist in neuerer Zeit bereits in verschiedener Weise und mit verschiedenen Vorrichtungen versucht worden. Allen derartigen

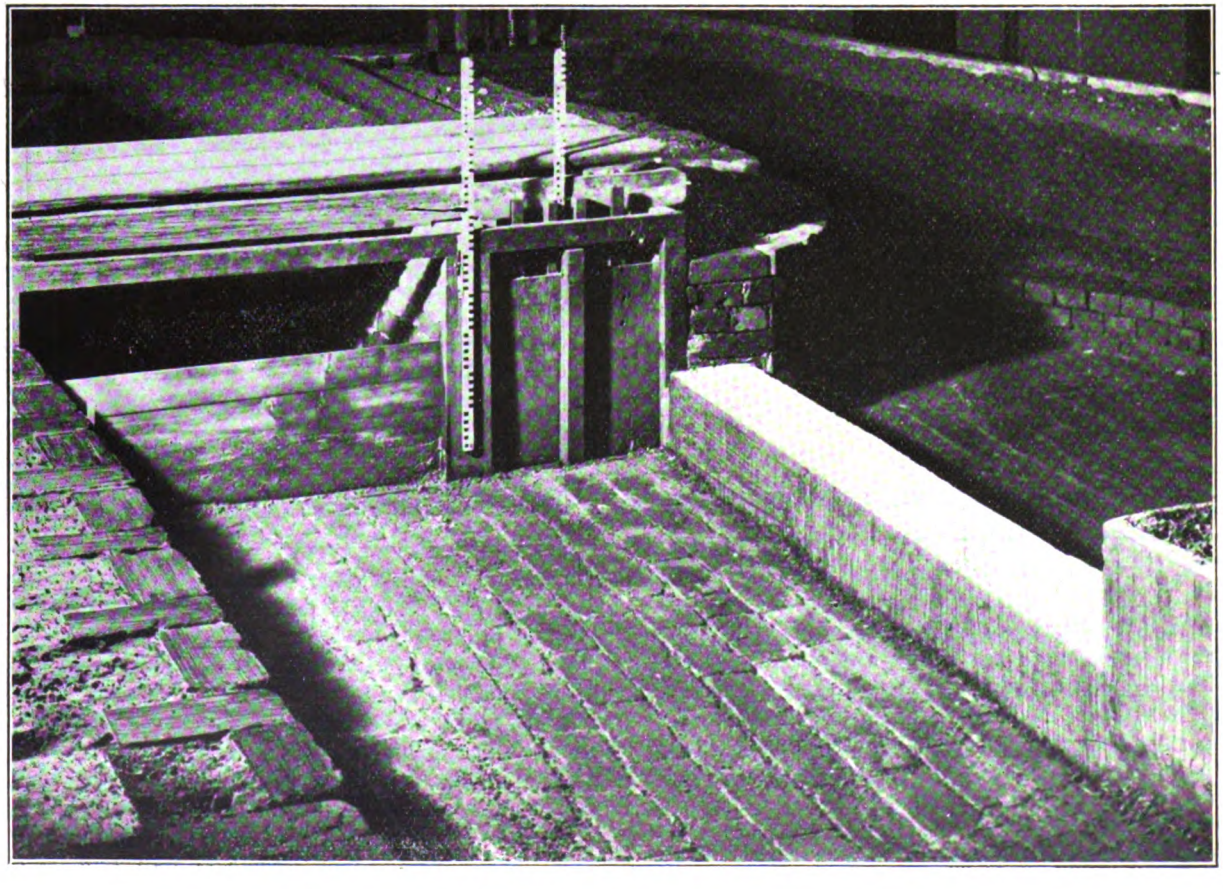


Abb. 2. Modell des Stauwerkes mit anschließendem Einlaufbauwerk.

Digitized by Google

Anordnungen oder Vorrichtungen ist aber nur dann Erfolg und Bewährung beschieden, wenn sie folgenden Anforderungen gerecht werden:

1. Die Vorrichtung muß über die ganze Länge der Schwelle wirksam sein,
2. sie darf nicht selbst der Verschotterung ausgesetzt sein,
3. sie soll keine Bewegungsmittel oder drehbare Teile unter Wasser besitzen, da diese durch Treibzeug oder Eis leicht festgeklemmt werden können,
4. sie soll leicht zugänglich sein und jederzeit, also auch bei Hochwasser, so weit aus dem Wasser gehoben werden können, daß eingeklemmtes Holzwerk oder Eis ohne erhebliche Mühe zu beseitigen ist,
5. sie darf in Betrieb genommen, den Wasserzufluß zum Einlaufbauwerk nicht verhindern oder unzulässig einschränken.

Diese Anforderungen werden mit Ausnahme von Punkt 1 von dem in seiner Ausführung und Bedienung einfachen Grundablaß durchaus erfüllt. Wenn es gelänge, ihn stromaufwärts zu verlängern, etwa derart, daß seine Oeffnung und damit seine Wirkung über die ganze Schwellenlänge verschoben werden könnte, dann wäre der einzige, ihm anhaftende Nachteil, nicht über die ganze Länge der Einlaufschwellen wirksam zu sein, behoben. Unter diesem Gesichtspunkte ist die im nachfolgenden beschriebene Vorrichtung zum Abfangen und Beseitigen des Geschiebes vor der Schwelle entstanden. Die Vorrichtung besteht aus einem oder mehreren besonders geformten Tauchkörpern, die vor der Schwelle im Anschluß an den Grundablaß angebracht sind und diesen im abgesenkten Zustande stromaufwärts verlängern (Abb. 3 und 4). Die Tauchkörper sind winkelförmig ⌜, hakenförmig ⌜⌝ oder ähnlich gestaltet, und können an einem Führungsgerüst oder an den zu diesem Zweck vorgezogenen Pfeilern des Bedienungssteges für den Rechen auf und ab bewegt werden. Im gehobenen Zustande bildet der dem Flusse zugekehrte senkrechte Schenkel des Tauchkörpers die Tauchwand für das Einlaufbauwerk (Abb. 5 und 6). In völlig abgesenktem Zustande stellt der Körper zusammen mit der Einlaufschwelle einen Kanal her (Abb. 9), der im Grundablaß endigt und durch dessen Schütz s_1 verschlossen wird (Abb. 3 und 4). Während des Absenkens geht bei geöffnetem Grundablaß ein starker Spülstrom von allen Seiten in den Innenraum des Tauchkörpers (Abb. 7 und 8). Der unter dem vorderen, senkrechten Schenkel und von oberhalb eindringende Spülstrom bricht das im Bereich des Tauchkörpers abgelagerte Geschiebe ab und reißt es mit sich fort in das Unterwasser. Der Tauchkörper wirkt hierbei ähnlich den in Flüssen zum Abtreiben von Anlandungen benutzten Schwebebauten. Der Abbruch der Ablagerungen erstreckt sich nicht nur auf das unter und neben dem Tauchkörper liegende Geschiebe, sondern greift auch noch, ähnlich wie beim Grundablaß in der Wehrwand auf die stromaufwärts an der Einlaufschwelle liegenden Geschiebemassen über. Die Tauchkörper werden am oberen Ende der Einlaufschwelle durch eine feste Wand abgeschlossen, die zweckmäßig mit einer durch ein Schütz s_2 verschließbaren Oeffnung zu versehen ist (Abb. 3 und 4). Dieser Abschluß des oberen Endes des Spülkanals ermöglicht die Spülwirkung in der Querrichtung, wie weiter unten näher beschrieben ist, zu verstärken.

Kurze Einlaufschwellen werden sich mit einem Tauchkörper freihalten lassen. Bei längeren Schwellen macht das Gewicht der Tauchkörper und die bessere Spülwirkung kleinerer Oeffnungen die Teilung in mehrere Körper notwendig.

Die Wirkung der Tauchkörper ist an demselben Modell erprobt worden, das der Untersuchung der Spülwirkung der Grundablässe gedient hat. Für die lange Einlaufschwelle waren vier Tauchkörper verwendet worden (Abb. 3, 4 und 11). Sie waren aus Holz hergestellt und mit einem hölzernen Handgriff versehen, der die in der Wirklichkeit erforderliche Aufziehvorrichtung ersetzte. Zur Führung der Tauchkörper hatte ein hölzernes Gerüst gedient (Abb. 11); in der Wirklichkeit übernehmen diese Aufgabe Pfeiler aus Mauerwerk, Beton, Eisenbeton oder auch Eisenkonstruktionen.

Die Versuche gingen ebenso wie bei der Untersuchung der Spülwirkung der Grundablässe von einer vollständigen Verschotterung der Flußsohle oberhalb des Wehres aus (Zusammenstellung II_1). Durch Oeffnen des Grundablasses wurde ein Loch in die Schotterablagerung gerissen, das in Form und Ausmaßen dem bei der Untersuchung der Grundablässe entstandenen glich. Das Loch maß in Richtung der Einlaufschwellen im Mittel etwa zwei Grundablaßbreiten; es reichte über das erste Feld des Führunggerüstes nicht hinaus, so daß in dem oberen Teil dieses Feldes noch Schottermassen zurückgeblieben waren (Zusammenstellung II_2). Beim Absenken des Tauchkörpers I gingen diese Massen fort. Der Tauchkörper glitt an seiner Führung ohne Widerstand zu finden bis auf die Sohle hinab. Dabei strömte das Wasser von allen Seiten, sowohl vom Fluß als auch vom Einlauf her in den Innenraum des Tauchkörpers und hatte in 1 bis 2 Minuten das Loch in der Ablagerung um etwa zweieinhalb Grundablaßbreiten bis in das zweite Feld des Führungsgerüstes verlängert (Zusammenstellung II_3). Bei dem darauf folgenden Absenken des Tauchkörpers II strömte wiederum das Wasser von allen Seiten in seinen Innenraum, und unter der Wirkung des Spülstromes wurde das Loch in der Ablagerung in das dritte Feld des Gerüstes hinein verlängert (Zusammenstellung II_4). Das Absenken der Tauchkörper III und IV vergrößerte in der gleichen Weise das Loch über das vierte Feld und dehnte es durch das geöffnete Schütz s_2 in der Abschlußwand am oberen Ende des Gerüstes noch um etwa zwei bis drei Grundablaßbreiten, an der Oberfläche der Ablagerungen gemessen, stromaufwärts aus (Zusammenstellung II_5 und $_6$). Damit war die Einlaufschwelle auf ihre ganze Länge freigespült und

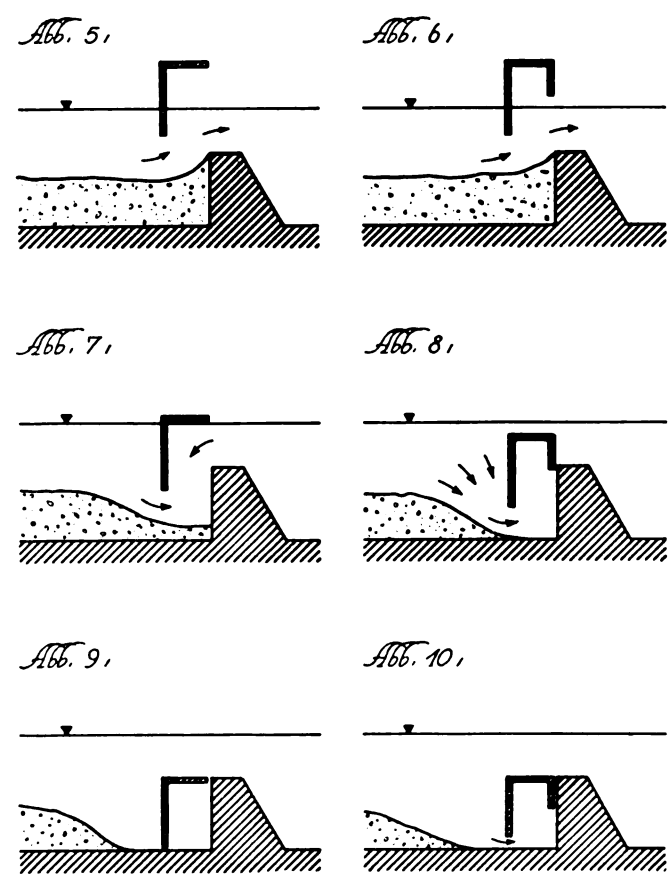
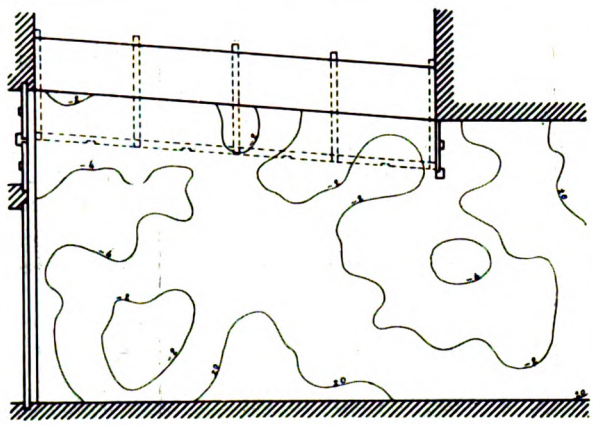
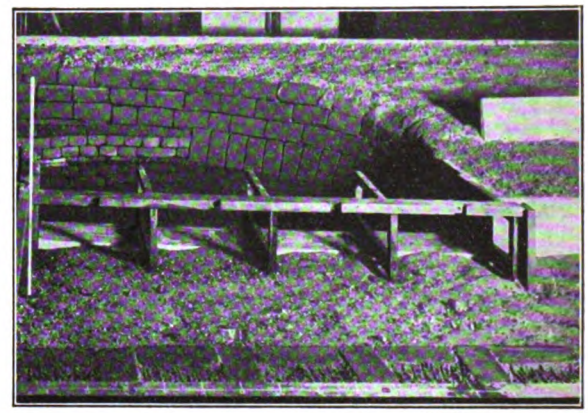
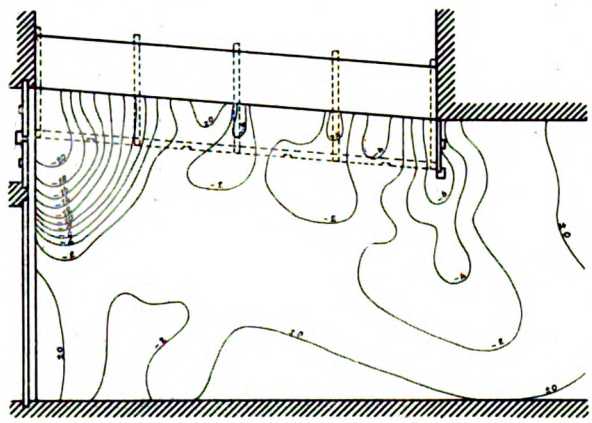
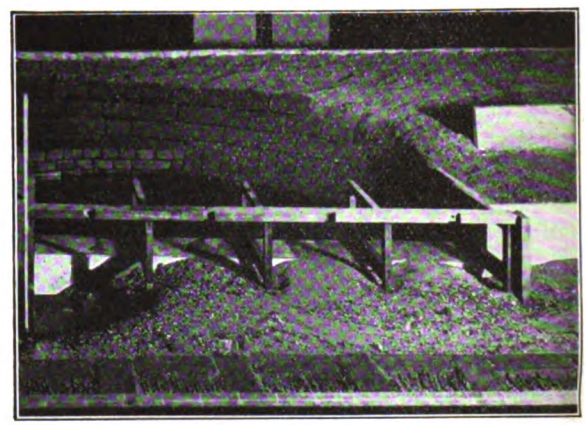
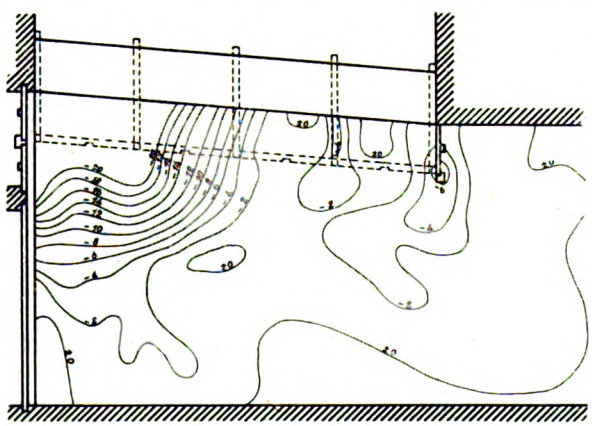
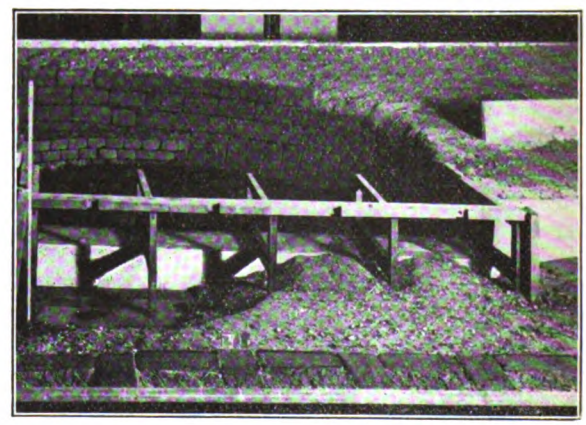
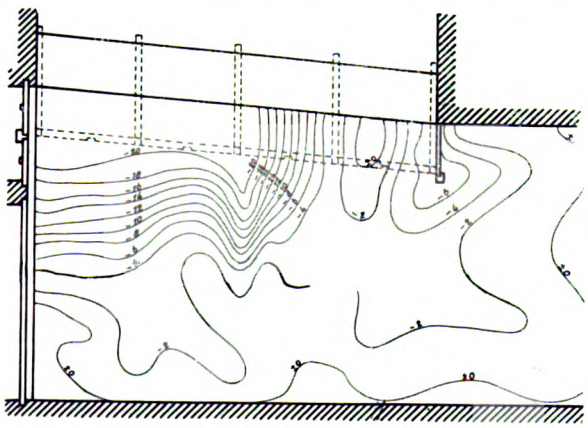
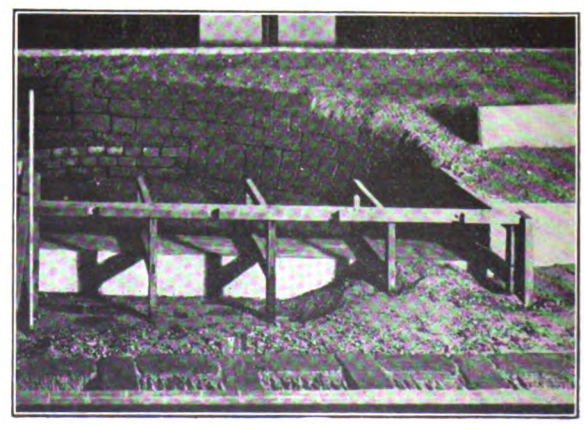


Abb. 5 bis 10. Tauchkörper in verschiedenen Stellungen.

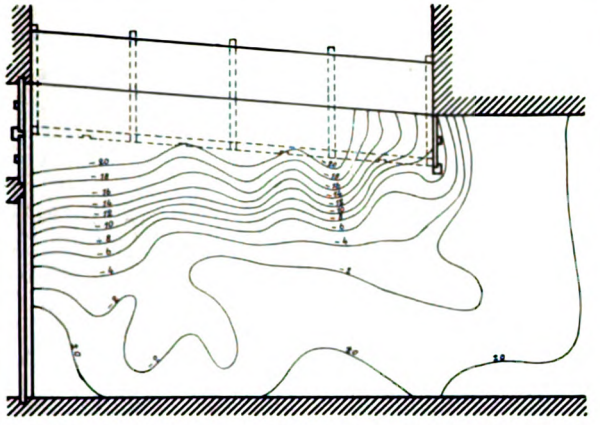
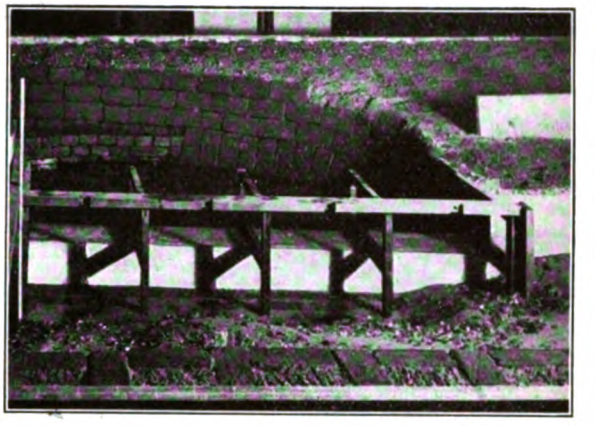
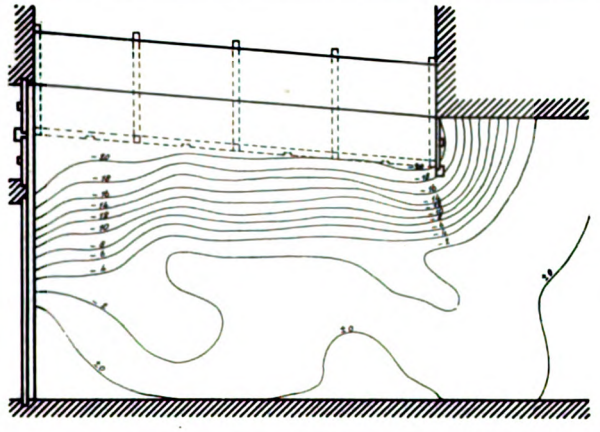
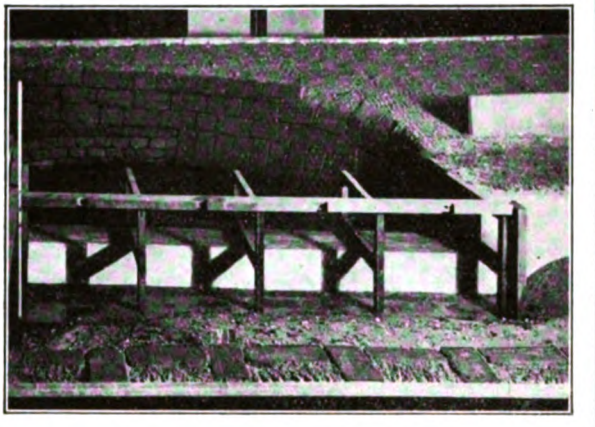
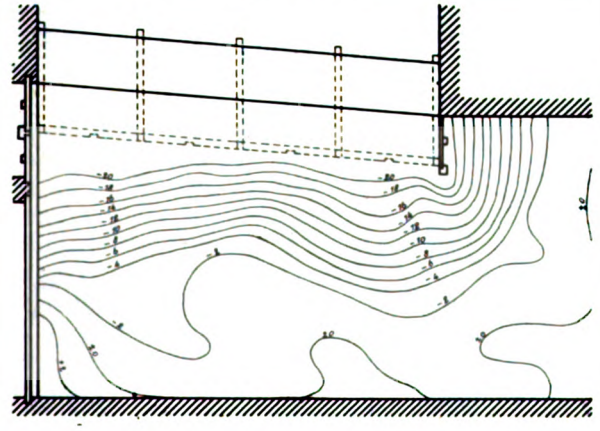
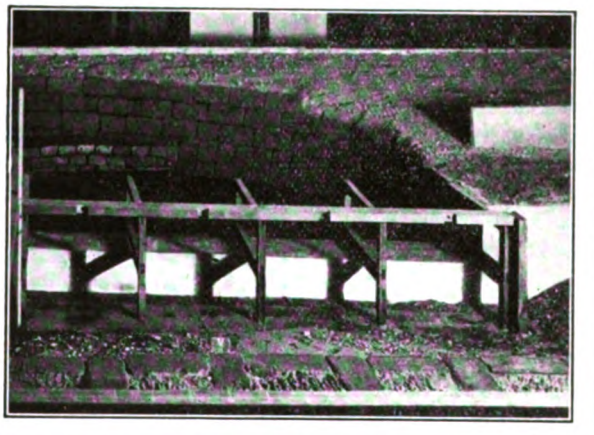
Digitized by Google

Spülung mit Tauchkörpern. II.

Versuch	Grundriß	Seitenaufnahme
1		
2		
3		
4		

Digitized by Google

Spülung mit Tauchkörpern. II.

Versuch.	Grundriß	Seitenaufnahme
5		
6		
7		

die Ablagerung vor der Schwelle bis auf die feste Sohle in einer Breite von im Mittel etwa drei Grundablaßbreiten beseitigt. Der Abbruch der Geschiebemassen ging bei allen Tauchkörpern mit annähernd gleicher Schnelligkeit vonstatten. Die Fortdauer der Spülung führte ebenso wie bei der Spülung mit dem Grundablaß keine Vergrößerung des Abbruches mehr herbei. Es zeigte sich aber, daß durch Nachspülen mit den abgesenkten Tauchkörpern der in der Ablagerung vor der Schwelle entstandene Graben noch verbreitert werden konnte. Wurde nach dem Schließen des Schützes s_2 in der Abschlußwand am oberen Ende der Schwelle einer der abgesenkten Tauchkörper angehoben, so daß der Zustrom des Wassers auf die Seite beschränkt blieb, dann wurde die gesamte Angriffskraft des Wasserstromes auf die seitliche Böschung der Ablagerung gelenkt und ein weiteres Abbrechen derselben herbeigeführt. Durch abwechselndes Anheben und Absenken der einzelnen Tauchkörper nacheinander gelang es auf diese Weise, den geschiebefreien Raum vor der Schwelle zu vergrößern (Zusammenstellung II_7).

Die Form der Tauchkörper und die Betriebsweise richten sich nach der verfügbaren Spülwassermenge, nach der Größe und Dauer der Geschiebezufuhr, nach der Höhe der Schwelle und danach, ob die Vorrichtung auch zur Reinigung der Rechen verwendet werden soll. Bei großer Spülwassermenge und beträchtlicher Höhe der Einlaufschwellen kann die einfache Winkelform verwendet werden, bei der das Wasser von allen Seiten unter den Tauchkörper tritt. Beschränkte Spülwassermenge oder geringe Höhe der Einlaufschwelle machen die Hakenform vorteilhafter, die während der Absenkung den Wasserzufluß

Digitized by Google

von oben, d. h. von der Schwelle abhält und eine kräftigere Spülung der Sohle bewirkt (Abb. 8).

Kurz dauernde, starke Geschiebezufuhr erlaubt namentlich bei hohen Einlaufschwellen die Vorrichtung erst dann in Betrieb zu nehmen, wenn sich vor der Schwelle eine gewisse Menge Geschiebe angesammelt hat. In solchen Fällen wird das Schütz des Grundablasses, sobald die Zuflußmenge die abgeleitete Verbrauchsmenge genügend übersteigt, geöffnet und der dem Grundablaß zunächst befindliche Tauchkörper I langsam gesenkt. Nachdem der Körper nach der vollständigen Freispülung der Sohle in seine Schlußstellung gelangt ist, verbleibt er vorläufig in dieser. Darauf wird der Tauchkörper II in gleicher Weise abgesenkt. Das gleiche geschieht nacheinander mit den folgenden Tauchkörpern, bis sie sich sämtlich in ihrer Schlußstellung befinden und die Einlaufschwelle auf ihre ganze Länge freigespült ist. Alsdann wird das Grundablaßschütz im Wehr geschlossen und die einzelnen Tauchkörper nacheinander wieder in die Anfangsstellung gehoben. Ist nach einer gewissen Zeit der leergespülte Raum vor der Schwelle wieder mit Geschiebe gefüllt, dann werden diese Ablagerungen in der gleichen Weise entfernt.

Bei schwacher, lang anhaltender Geschiebebewegung und insbesondere, wenn die Schwellen keine große Höhe haben, kann mit Vorteil Dauerspülung angewendet werden. Sobald während des Hochwassers die Geschiebeführung beginnt und die Abflußmenge so weit gewachsen ist, daß durch die Spülung keine Beeinträchtigung der Leistung des Kraftwerkes entsteht, werden sämtliche Tauchkörper in der vorbeschriebenen Weise in die Schlußstellung gesenkt und das Schütz in der oberen Abschlußwand geschlossen. Darauf werden bei geöffnetem Grundablaß eine oder zwei Tauchkörper etwas angehoben. Mit dem nun ständig den Kanal durchfließenden Spülstrom geht das ankommende Geschiebe in das Unterwasser. Von Zeit zu Zeit wird mit den Tauchkörpern abgewechselt, um zu verhindern, daß sich an einer Stelle größere Ablagerungen ansammeln. Die bei dieser Betriebsweise zu verwendenden Tauchkörper erhalten zweckmäßig eine geringere Höhe als die Schwelle, damit sie bei längerem Betriebe in etwas angehobener Stellung den Durchfluß-Querschnitt über der Schwelle nicht einengen (Abb. 10). Außerdem empfiehlt es sich, für Dauerspülung die Pfeiler des Führungsgerüstes aus Stein, Beton oder Eisenbeton herzustellen und die darin für den Füllkanal vorzusehenden Oeffnungen nicht höher als bis zur Innenkante des abgesenkten Tauchkörpers auszusparen (Abb. 12 und 13). Dadurch wird bei angehobenem Tauchkörper der Zutritt des Wassers auf den Stirnflächen verhindert und der Spülstrom gezwungen, an der Sohle in den Spülkanal einzutreten. Das Verfahren der Dauerspülung kann natürlich, wenn es wünschenswert erscheint, auch bei kurz dauernder starker Geschiebezufuhr und bei hohen Einlaufschwellen angewendet werden.

Die Möglichkeit, mit Hilfe der Tauchkörper den Rechen zu reinigen, beruht darauf, daß das Wasser nach dem Oeffnen des Grundablasses, sobald der Tauchkörper auf ein gewisses Maß abgesenkt ist, von allen Seiten, also auch vom Rechen her in den Spülkanal strömt und von dort ins Unterwasser gelangt. Bei diesem Vorgang durchfließt das Wasser den Rechen von rückwärts und nimmt dabei, sobald seine Geschwindigkeit groß genug geworden ist, das auf dem Rechen angesetzte Treibzeug mit sich fort ins Unterwasser.

Bei hohen Schwellen und niedrigen Ueberströmungshöhen wird die Entfernung des Treibzeuges gewöhnlich ohne weitere Vorkehrungen durch winkelförmig gestaltete Tauchkörper allein erreicht werden können. Die große Länge des senkrechten Schenkels läßt schon bei geringer Absenkung des Tauchkörpers, selbst wenn sein wagrechter Schenkel sich noch über dem Wasserspiegel befindet, einen genügend starken Spülstrom entstehen, um das Treibzeug von einem in der gewöhnlichen Anordnung und in nicht zu weitem Abstande von der vorderen Schwellenkante aufgestellten Rechen abzuschwemmen (Abb. 14). Nötigenfalls kann ohne Mühe durch Hinabdrücken des Treibzeuges mittels Stangen vom Bedienungssteg aus nachgeholfen werden.

Bei mittelhohen oder niedrigen Einlaufschwellen und großen Ueberströmungshöhen bedarf es zur Entfernung des Treibzeuges noch besonderer Maßnahmen. In solchen Fällen wird die nötige Spülwirkung erst erzielt, wenn der Tauchkörper unter den Wasserspiegel abgesenkt worden ist. Das kann bei der üblichen schrägen Stellung des Rechens zur Folge haben, daß der in Höhe des Wasserspiegels abgesetzte Teil des Treibzeuges vom Spülstrom nicht mehr getroffen und daher auch nicht mitgerissen wird (Abb. 15). Um auch für solche Verhältnisse den Rechen mit Hilfe des Geschiebefanges reinigen zu können, muß der Rechen senkrecht gestellt und nahe oder ganz an die äußere Kante der Einlaufschwelle herangerückt werden, so daß die Tauchkörperkante sich während der Absenkung dicht am Rechen hinabbewegt (Abb. 16). Bei der Abwärtsbewegung des Tauchkörpers wird das auf dem Rechen abgesetzte Treibzeug von der Tauchkörperkante ergriffen und nach unten geschoben. Sobald nun der Tauchkörper die Stellung erreicht hat, in der der unter

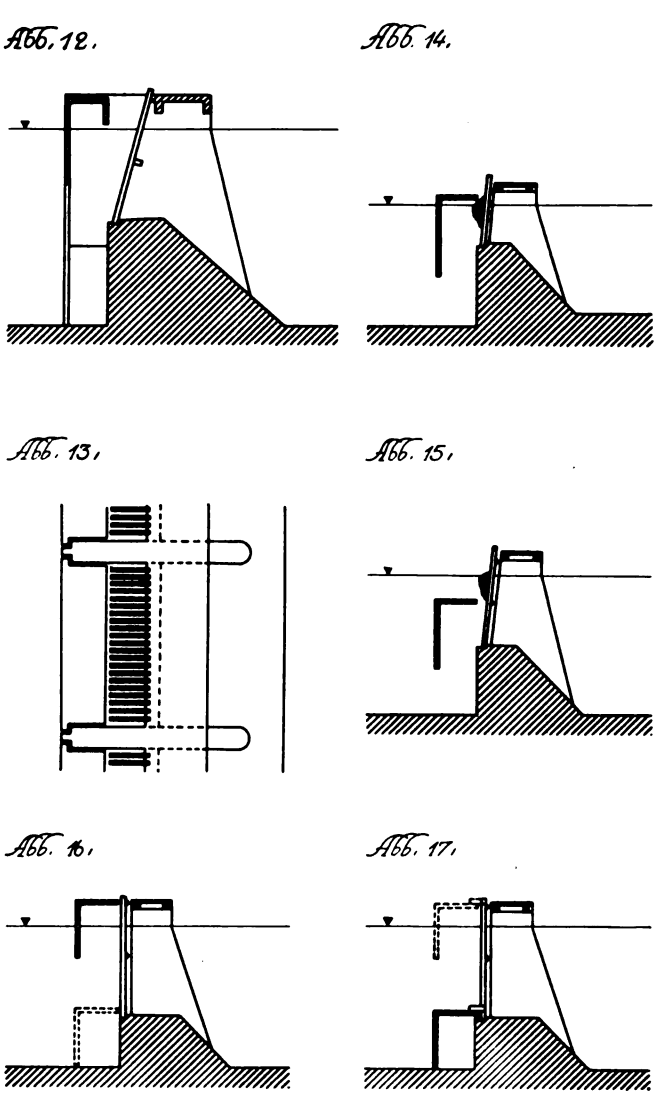


Abb. 12 bis 17. Anordnung der Tauchkörper zur Reinigung der Rechen.

Digitized by Google

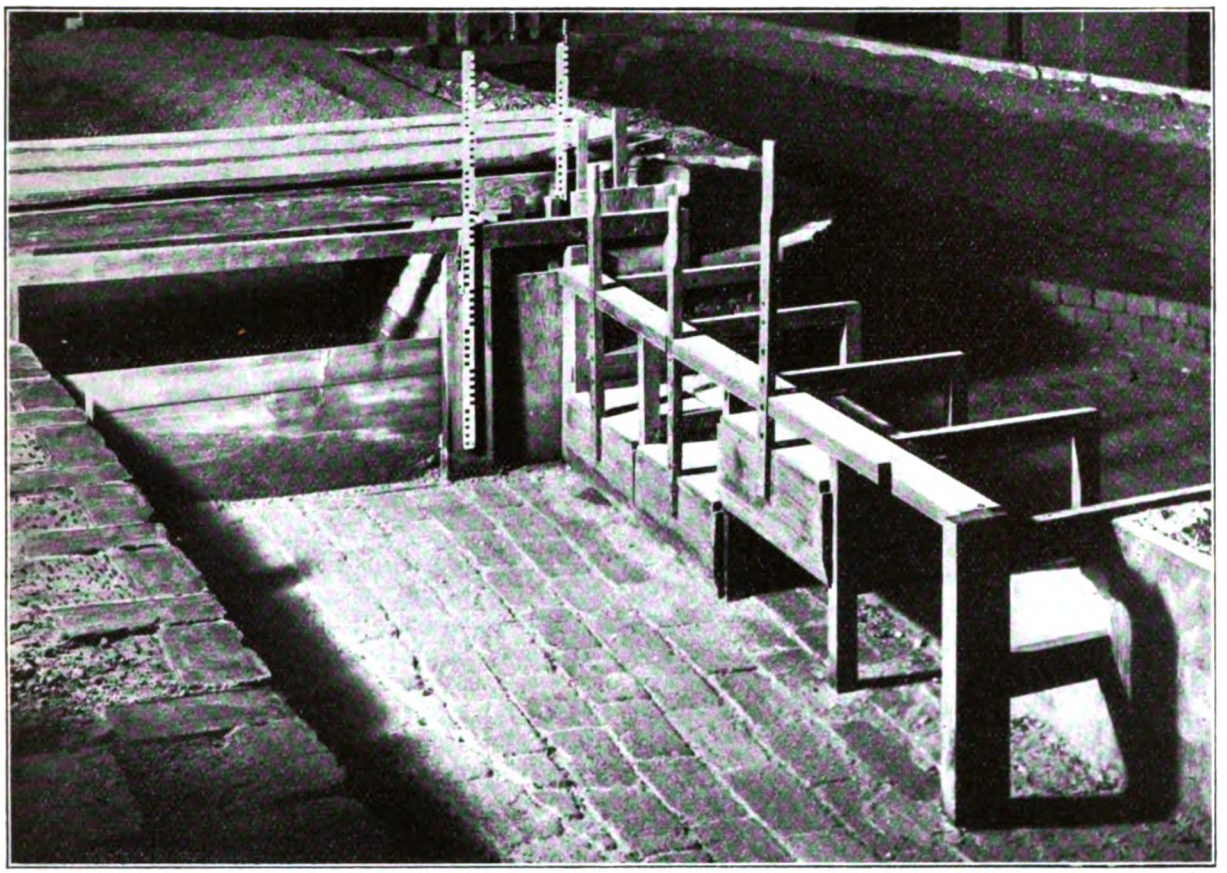


Abb. 11. Modell des Stauwerkes und des Einlaufbauwerkes mit Tauchkörpern und Führungsgerüst.

der Kante durchgehende Spülstrom genügende Stärke erlangt, wird das Treibzeug vom Rechen abgehoben und in das Unterwasser geführt. Der Tauchkörper wirkt also hierbei wie ein Rechenreiniger, nur mit dem Unterschiede, daß das abgesetzte Material nicht nach oben aus dem Wasser herausgezogen, sondern nach unten in den Spülstrom hineingedrückt wird. Wo die Verhältnisse besonders ungünstig liegen, z. B. wenn langstengelige Pflanzenreste und ähnliche Stoffe im Treibzeug vorherrschen, kann die Greifwirkung der Kante des Tauchkörpers durch Bewehrung mit kammartig zwischen die Rechenstäbe greifenden Zähnen erhöht werden (Abb. 17). Diese Zähne fassen beim Absenken der Tauchkörper das Treibzeug auch dann noch, wenn es tief in die Stabzwischenräume eingepreßt ist. Um mit der bewehrten Kante des Tauchkörpers einen ausreichenden Abschluß des Spülkanals gegen das Außenwasser herzustellen, empfiehlt es sich, die Einlaufschwelle so auszubilden, daß das freie, bewehrte Ende des wagrechten Tauchkörperschenkels auf der Schwellenkante lose aufsitzt (Abb. 17).

Die im Vorstehenden beschriebene Vorrichtung zum Freihalten der Einlaufschwellen von Geschiebe erfüllt die eingangs gestellten Bedingungen. Im Gegensatz zum gewöhnlichen Grundablaß ist die Vorrichtung über die ganze Länge der Schwelle wirksam. Sie ist weder der Verschotterung ausgesetzt, noch besitzt sie drehbare Teile oder sonstige Bewegungsmittel unter Wasser. Sie ist leicht zugänglich und kann jederzeit — auch bei Hochwasser — so weit aus dem Wasser gehoben werden, daß eingeklemmtes Holzwerk oder Eis leicht zu entfernen ist. In Betrieb genommen schränkt sie den Wasserzufluß zum Einlaufbauwerk überhaupt nicht oder nur unwesentlich ein. Neben diesen Eigenschaften gewährt die Vorrichtung aber noch folgende weitere Vorteile:

1. Sie ermöglicht die vollständige Freispülung der Einlaufschwellen mit einem sehr geringen Aufwand an Zeit und Arbeitskraft, denn die Freispülung erfolgt während des Absenkens der Tauchkörper und ist durchgeführt, sobald diese in ihre Schlußstellung gelangt sind.
2. Sie beeinträchtigt den Betrieb der Wasserkraftwerke normalerweise nicht und ermöglicht bei richtiger Anordnung sogar, die Spülung mit geringen Wassermengen vorzunehmen. Im allgemeinen wird zur Spülung geschritten, wenn der Wasserzufluß die Verbrauchswassermenge um die Abflußmenge des Grundablasses übersteigt. Ist der Ueberschuß geringer, so läßt sich die Spülung mit teilweise geöffnetem Grundablaß durchführen. Gegebenenfalls, z. B. bei Wassermangel, kann sie zur Zeit einer Betriebspause oder auch in der Nacht vorgenommen werden, wo die Kraftwerke erheblich weniger Wasser verbrauchen als am Tage.
3. Sie bildet im normalen, gehobenen Zustande die Tauchwand vor der Einlaufschwelle und erübrigt die Anbringung einer besonderen Tauchwand.
4. Sie kann als Rechenreinigungsanlage benutzt werden und bietet dabei den Vorteil, daß das abgesetzte Treibzeug mit dem Wasserstrom abgeht und nicht beseitigt zu werden braucht.
5. Sie ist einfach in ihrer Anordnung. Die konstruktive Durcharbeitung hat ergeben, daß keine Schwierigkeiten vorhanden sind.
6. Sie ermöglicht, den Grundablässen geringere Breite zu geben, als zurzeit üblich ist.

Der Einbau der Vorrichtung stößt bei Neuanlagen auf keine Schwierigkeiten; bei vorhandenen Anlagen wird sie sich häufig noch nachträglich anbringen lassen. (W. 124.)

Digitized by Google

Berichtigung.

Die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse im Querschnitt natürlicher Flußläufe.

In dem Aufsatz in Heft 7 und 8 sind einige Druckfehler unterlaufen, welche wir wie im folgenden angegeben zu berichtigen bitten.

S. 101, rechte Spalte, Zl. 4 von unten: „dann ist statt des Quotienten $\frac{t}{c}$ . . ." (der Bruch $\frac{t}{c}$ fehlt).

S. 102, linke Spalte, Zl. 7 von unten: „Zusatzwerte" (statt Zusatzworte).

S. 118, linke Spalte, Zl. 3 von oben fehlt. Es muß heißen: „daß . . . mittelst einer durch Integration gefundenen unendlichen Reihe [7]) ohne Einbuße an Genauigkeit des Ergebnisses die Gl. 8 verwendet werden kann, habe ich . . ."

S. 118, rechte Spalte, Ende des ersten Absatzes, ist der Fußnoten-Hinweis [9]) statt [8]) zu setzen. — Die Fußnote ist richtig mit [9]) bezeichnet;

ebendort, Zl. 4 von unten, Gleichung 12a), soll heißen $\alpha = 1{,}40 - 0{,}75\ (T + 0{,}1)^{0{,}17}$.

Das + - Zeichen in der Klammer und der Exponent 0,17 sind im Druck in einem Teil der Auflage ausgebrochen.

S. 119, Zl. 5 des 6. Absatzes, linke Sp., soll es heißen: „dessen Abszissen a c h s e" statt -aktien;

ebendort, Zl. 19 von unten (linke Spalte) muß heißen:

„und sohin der J-Exponent $\frac{4}{9} = 0{,}444$" statt $\frac{4}{6}$

S. 120, rechte Spalte, Zl. 9 von unten, ist „Bazin" statt Basin zu lesen.

Rundschau

Energiewirtschaft.

Zukunftsmöglichkeiten der Elektrizitätswirtschaft.

Hierüber sprach auf der 8. Ordentlichen Mitgliederversammlung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie am 3. Dezember 1926 Direktor Dr. Werner der Siemens-Schuckertwerke, nachdem sich vorher Reichsminister a. D. von Raumer über die Aufgaben der elektrotechnischen Industrie aus der heutigen Wirtschaftsgestaltung heraus verbreitet hatte.

Von Raumer sieht in dem Erfolg der englischen Regierung beim Bergarbeiterstreik, in der Senkung der Löhne je Tonne Kohle in England von 12,50 früher auf 9,20 als Streikergebnis gegenüber einem deutschen Durchschnittslohn im Rheinland von 8,50, in der verringerten Spannung zwischen der Lohnbelastung der Kohle die Notwendigkeit, alle Kräfte der deutschen Wirtschaft anzuspannen. Der Elektrizitätswirtschaft stellt er die beiden Konkurrenten der Zukunft, das Ferngas und das Oel aus Kohle, vor Augen. (Und Elektrizitätswirtschaft ist in großem Maße auch Wasserwirtschaft. D. Schriftltg.) Die ganze Elektrizitätswirtschaft ist von der Privatwirtschaft geschaffen und muß, wie auch in der Aussprache betont wurde, privatwirtschaftlichen Charakter behalten unter dem Zeichen der Zusammenarbeit zwischen Stromerzeugern, Industrie und Reich. — Dem maßgebenden Einfluß der Stromtarife auf die Fertigungskosten der Industrie wurde allerdings von verschiedenen Seiten widersprochen mit dem Hinweis, daß die Stromkosten in der Fabrikation nur einen geringen Bruchteil der Gesamtkosten, 5% und weniger vom Preis der fertigen Erzeugnisse, ausmachen.

Direktor Dr. Werner wies nach einer Würdigung der Verdienste Klingenbergs, der schon 1916 die Hebung der Wirtschaftlichkeit durch den Zusammenschluß und die Vergrößerung der Werke zur Ersparnis an Anlagekosten und zum Belastungsausgleich betonte, auf das Grundübel der Elektrizitätswirtschaft hin: auf die kurzzeitigen Belastungsspitzen von nur 100—200 Stunden im Jahre, welche außerordentliche Anlage- und Instandhaltungskosten verursachen. Er rechnet mit M. 300 je kW Anlagekosten eines Dampfkraftwerkes, das in 10 Jahren abgeschrieben sein müsse infolge der raschen Veralterung der Einrichtungen. Daraus folgt eine Abschreibung von 8% und bei 7% Zinsen kostet das Maschinen-Kilowatt dem Erzeuger M. 45 im Jahre oder bei 200 Ausnützungsstunden der Spitzenleistung stellt sich die Spitzen-kWh auf 22½ Pf., wogegen die Brennstoffkosten von 2—5 Pf. ganz zurücktreten. Nach dem Ergebnis seiner Umfragen haben Spitzenwerke je kWh die 9—10fachen Aufwendungen an Kessel- und Dampfturbinen-Reparaturen aufzuwenden gegenüber durchlaufenden Werken, so daß diese Reparaturen bei Spitzenwerken 75%, bei Dauerbelastungswerken etwa 30% der Gesamtreparaturen ausmachen. Ausgiebige Speicherung würde also die Reparaturkosten auf die Hälfte zurückführen können.

Die Verbreitung der Basis der Belastungsspitze ist eine Tarifmaßnahme; die als Beispiel angeführte Stadt Stettin hat durch die Einführung eines Kochtarifes von 10 Pf. je kWh in 1½ Jahren den Absatz an Kochstrom auf 20% des Lichtstromabsatzes gebracht. Der Vortragende verweist auf den in Norwegen häufigen Pauschaltarif nach kW-Jahr mit Maximumzeiger und Warnsignal und trägt keine Bedenken, daß zum Beispiel in Bayern, wo 75% des Gesamtverbrauches aus Lauf-Wasserkräften gedeckt würde, ein solcher Pauschal-Jahrestarif ebenso möglich und absatzhebend sei wie auch bei Braunkohlenkraftwerken. Die Ferngasversorgung wird dazu zwingen, den Heiz- und Kochstrom auf 10 Pf. und darunter zu legen.

Die wirtschaftliche Bewertung der Spitzen könne nur durch die Speicherung erfolgen. Neben Ruths-Speichern mit einem Gestehungspreis von etwa M. 180 je kW mit allem Zubehör weist der Vortragende auf die geplanten reinen Spitzen-Dampfkraftwerke hin, wie sie u. a. für Berlin schon entworfen sind: Hochdruckkessel (Benson-Kessel) ohne Kesselhaus, im Freien aufgestellt, billigste große Turbinensätze, wenn auch mit geringerem Wirkungsgrad, lassen die Anlagekosten bis auf etwa M. 150 je kW herabdrücken und damit die Spitzen-kWh auf die Hälfte ermäßigen.

Ausführlich verbreitet sich der Vortragende über Wasserkraftspeicher mit Pumpbetrieb. Er führt ein für den Laacher See vorliegendes Projekt der Siemens-Schuckertwerke für das RWE an. Bei 220 m Gefälle und 267 000 kW installierter Leistung soll eine Arbeitsabgabe von 350 Mio kWh erzielt werden. Die Ausbaukosten sind mit M. 225 je kWh veranschlagt.

Ein solches Wasserkraftwerk kann mit einem weit geringeren Kapitaldienst mit Abschreibung von etwa 2—3% infolge der einer außerordentlich geringen Abnützung unterliegenden Bauteile und der nicht so rasch veralternden Maschinen gerechnet werden, man kann also mit 9% Kapitaldienst auskommen und erhält bei einem Strompreis von 1 Pf. für die gepumpte kWh einen Arbeitspreis von 3,5 Pf. für die abgegebene Spitzen-kWh. Ein weiteres Projekt der Kemag für 12 000 kWh Ausbauleistung bei 185 m Gefälle und 21 Mio kWh Arbeitsabgabe soll sich auf M. 370 je kW stellen und die kWh um 3½—4 Pf. liefern können.[1])

[1]) Vergleiche dazu auch das Projekt der Ourtalsperre mit 600 000 kW im Endausbau und 500 Millionen kWh Jahresarbeit, diese Zeitschrift 1927, Heft 4, Seite 54; ferner für die Pumpenspeicheranlage Niederwartha bei Dresden, diese Zeitschrift 1927, Heft 5, Seite 76. — Das Leitzachwerk der Städtischen Elektrizitätswerke München erhält ebenfalls eine Pumpenspeicheranlage mit zwei Pumpen von je 8000 PS Aufnahme und einer weiteren Turbine von 7500 kW, bei 130 m Gefälle und 23 500 kW Gesamtleistung. — Auch auf die hydraulische Speicherung von Wärmekraftstrom ist schon mehrfach eindringlich hinverwiesen worden.

Digitized by Google

Auch die elektrischen Akkumulatoren seien als Speicher mit in Betracht zu ziehen; die Anlagekosten dieser Speicher belaufen sich einschließlich Umformern und allem Zubehör auf etwa M. 400 bei einem Wirkungsgrad etwa in der gleich großen Ordnung wie die Pumpenspeicher. Damit sind solche Speicher unabhängig von den Geländeverhältnissen mitten in den Verbrauchsschwerpunkten aufzustellen und der Vortragende glaubt, daß manche Ueberlandwerke mit solchen Speichern in den Verbrauchsschwerpunkten besser fahren könnten als mit der Vergrößerung der Kraftwerke.

Die Grenzen der Uebertragungsfähigkeit der elektrischen Arbeit werden bei 10% Verlust auf einer Doppelleitung angegeben zu:

bei 110 kV 40000 kW auf 200 km,
bei 220 „ 220000 „ „ 400 „ ,
bei 380 „ 1000000 „ „ 1000 „ ,

letzteres bei 15% Verlust; die Kilometerpreise einer 380 kV-Leitung werden auf rund M. 100000 beziffert. So könnten in ferner Zukunft selbst die skandinavischen Wasserkräfte in Deutschland abgesetzt werden, könnten die Alpenwasserkräfte in den Speichern des rheinischen Gebietes für die Spitzen bereitgestellt und könnte Bayern den Ueberschuß zwischen seinen 12 Milliarden kWh Wasserkraftdarbietung und 4—5 Milliarden kWh Eigenverbrauch ins Industriegebiet übertragen und aufspeichern.

In der Aussprache wurde die Frage der Betriebssicherheit solcher Fernübertragungen gestreift (vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 22, Seite 275) und vom Vortragenden nochmals darauf hingewiesen, daß unter Umständen sogar ein Wirkungsgrad von 100% und mehr bei der Pumpenspeicherung erzielbar sei, wenn das Wasser mit einem höheren Gefälle ausgenützt werden kann als die Pumpenförderhöhe beträgt. (W. 136.)

Wasserbau

Abnützungsprobe der Holzverkleidung eines Wehrauslaufes. Beim Ausbau eines Regulierungswehres über den Götafluß bei Lilla Edet in Schweden wurden nach Gösta Westerberg in Teknisk Tidskrift, Väg och Vattenbygnadskonst 1926, H. 17 in den beiden Walzwehrschwellen Bodenausläufe angeordnet. Die Wände der Ausläufe waren mit 2" Planken bekleidet, die mittels 5" Nagelung an kräftigen, in den umgebenden Beton eingelegten Riegeln befestigt wurden. Die Holzbekleidung bildete zugleich die Verschalung bei der Ausführung der Walzwehrschwellen. Die Bodenausläufe standen seit den Jahren 1915 und 1916 bis zum Jahr 1926 offen und waren daher während 10—11 Jahren ständig der Abnützung durch strömendes Wasser ausgesetzt, dessen Geschwindigkeit einer Druckhöhe von 5—6 m entsprach und sonach etwa 10 m erreichte. Auf der Oberseite der Bodenausläufe bildeten sich durch Saugen oft kräftige Wirbel. Diese Saugwirbel waren von bemerkenswerten Ausmaßen und zeigten einen „Senkungstrichter", dessen Durchmesser 1—2 m erreichte und der sich oft mit donnerndem Getöse den Weg durch das Wasser hinab bahnte. Bei diesen Gelegenheiten waren auch merkliche Erschütterungen des anliegenden Mauerwerkes festzustellen. Die mitgehende Luft gab außerdem sicherlich zu Wirbeln und Ungleichmäßigkeiten in der Wasserführung durch den Auslauf Veranlassung und dadurch wurde das Abnützungsvermögen an den Wänden der Ausläufe erhöht. Bei Eisgang strömten durch die Ausläufe nicht unbedeutende Eismengen in den Zeiten in denen die Walzenwehrausläufe geschlossen waren. Der Befund nach 10—11 Jahren zeigte die Holzverkleidung in außerordentlich gutem Zustand trotz der starken Angriffe. Der Beton hinter der Bekleidung ist vollkommen unbeschädigt. An einer Stelle jedoch, an der durch irgendeine Beschädigung die Holzverkleidung verschwunden war und der Beton eines Mittelpfeilers den Schutz verloren hatte, zeigte sich der Beton völlig angefressen. Hatten die Planken bei der Ausführung 55 mm Stärke besessen, so war die mittlere Stärke jetzt noch 50 mm. Die Gesamtabnützung innerhalb 10 Jahren hatte also nur etwa 5 mm erreicht. Die Beschaffenheit des Holzes kann nach wie vor als gut bezeichnet werden.

Holz hat sich also in diesem Falle als ein äußerst geeigneter Stoff zum Schutz von Betonflächen gegen Angriffe durch strömendes Wasser erwiesen. (W. 819.) Dr. S.

Aesthetik in der Wasserkraft.

Ziemlich weiten Kreisen dürfte das mit auf den Weg gegeben werden, was der Vorstand des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes in Heft 11 der „Schweizerischen Wasserwirtschaft", 1926, u. a. schreibt:

„Die einseitige Aesthetik, die mit Scheuledern durch ihre Zeit geht, vermag allerdings das Große, Wahre und Schöne eines technischen Bauwerkes noch nicht zu erfassen. Und doch kennen wir künstliche Stauseen, die Zierden der Landschaft sind, und Druckleitungen, die als Verkörperung der lebendigen Kraft des fallenden Wassers einen mindestens so tiefen Eindruck hinterlassen, als die Schutt und Verderben bringenden Runsen der Wildbäche an den Hängen unserer Berge[1])... Es ist leider nicht zu umgehen, daß wir die in den Kraftwerken erzeugte Energie durch Leitungen dem Verbrauch zuführen müssen. Der Mensch hat sich an die Eisenbahnen, die rücksichtslos Kulturland durchschneiden, über Bäche und Flüsse hinwegsetzen, Berge durchbrechen, gewöhnt, er betrachtet auch die Reihen von Telegraphen- und Telephonleitungen als Notwendigkeiten unserer Zivilisation. Aber den Energiestraßen, die die Kraft aus unseren Gewässern dem Haus, der Fabrik, der Werkstatt zuführen, steht er zum Teil noch verständnislos gegenüber. Und doch nehmen die modernen Hochspannungsleitungen Grund und Boden viel weniger in Anspruch, als andere Einrichtungen des Verkehrs, und ein unbefangener Mensch wird auch diesen Trägern unserer Energie Verständnis entgegenbringen können . . ."

Wann wird man endlich einsehen, daß zum Wiederaufstieg unserer Wirtschaft nicht die Unantastbarkeit des einen oder anderen kleinen Fleckchens Land führt, sondern die wirtschaftliche Ausnützung aller uns zu Gebote stehenden Naturschätze? Abgesehen davon, daß weitaus die Mehrzahl schöner Gegenden industriell unausnützbar ist, können wir wohl kaum von wenigen schönen Anblicken leben, aber desto mehr von unseren Kraftquellen und den damit erzeugten Produkten und der Hebung unserer Lebenshaltung. (W. 947.) Rdl.

Kurze Nachrichten.

Staatshilfe für den Ausbau der französischen Wasserkräfte. Die französische Regierung hat eine Gesetzesvorlage ausgearbeitet, nach der erhebliche Mittel für den Ausbau der Wasserkräfte ausgesetzt werden sollen. Es ist beabsichtigt, einen Sonderfonds zu schaffen, aus dem bei der Errichtung von Wasserkraftwerken verbilligte Kredite gewährt werden sollen. Der Entwurf sieht hierbei einen Zinssatz von 4% und eine Rückzahlungspflicht innerhalb von 30 Jahren vor. Die Verteilung der Kredite auf die ausführenden Gesellschaften erfolgt durch das Arbeitsministerium in Gemeinschaft mit dem „Comité consultatif des forces hydrauliques". Diese Hilfsmaßnahme, die bereits Anfang des Jahres von dem damaligen Arbeitsminister Monzie angeregt war, wird von der Regierung als besonders dringlich erachtet, weil die Wasserkraftausnützung hinter der Erzeugung von Elektrizität durch Dampfkraft in Frankreich sehr weit zurückgeblieben ist. Während die Stromerzeugung der Dampfkraftwerke (von über 1000 kW) am 1. Januar 1925: 2593550 kW

[1]) Vgl. auch: Stürzenacker „Die Schönheit der Ingenieurbauten, der Wasserkraftanlagen im Besonderen". Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 153.

Digitized by Google

max. betrug, hatten die Wasserkraftwerke (über 1000 kW) eine Produktion von nur 1 263 260 kW.

Elster—Saale-Kanal. Der Bau des Elster—Saale-Kanals soll mit Beschleunigung gefördert werden. Im sächsischen Staatshaushalt für 1927 sind 600 000 Mark als Beteiligung des Staates vorgesehen. Preußen hat bereits Mittel bewilligt. Das Kanalbauamt Merseburg ist bereits mit den Vorarbeiten beschäftigt. Man hofft in Interessentenkreisen, daß mit der Ausführung in Bälde begonnen wird. (W. 125.)

Ausbau der Wasserkräfte in Indien.

Das englische Handelsministerium beschäftigt sich zurzeit mit dem Problem dese Ausbaues der indischen Wasserkräfte. Im Panjab und den umliegenden Staaten besteht die Möglichkeit, Wasserkräfte für fast 2,5 Millionen PS praktisch auszunutzen. Es liegt ein Projekt vor, das die Verwirklichung dieser Möglichkeiten vorsieht, und zwar soll ein Hochspannungsnetz von Peshawar nach Delhi geführt werden. (W. 990.)

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Berichterstattung der Weltkraftkonferenz, Sontertagung Basel 1926. Zwei Bände, Oktav, mit zusammen 2850 Seiten und vielen Abbildungen, Tafeln und Tabellen. Basel 1927. Verlag E. Birkhäuser & Cie. Preis geb. schw. Fr. 125.—.

Man kann behaupten, und es ist verständlich, daß der zweite internationale Austausch der Meinungen und Erfahrungen zwischen den Fachleuten der Kraftwirtschaft mehr greifbare Ergebnisse gezeitigt hat als die Londoner Weltkraftkonferenz von 1924. Das liegt ebenso an der Spezialisierung der Baseler Konferenz auf das Gebiet der Wasserkraftnutzung und ihres Zusammenwirkens mit den Anwendungs- und Grenzgebieten, wie in der Auswirkung der auf der ersten Konferenz gemachten Erfahrungen organisatorischer und programmtechnischer Art. Hat die Londoner Konferenz den Grundstein zum gegenseitigen technisch-wirtschaftlichen Verstehen der Länder und Erdteile gelegt und die Kraftwirtschaft als das eine Fundament der Weltwirtschaft — neben der Rohstoffwirtschaft — erwiesen, so bleibt es den Sondertagungen engerer Gebiete vorbehalten, ohne Isoliertheit diese Grundlagen weiter auszubauen und im Erfahrungsaustausch gewissermaßen eine Rationalisierung der Arbeit zu schaffen: ein Ausgleich zwischen Darbietung und Bedarf; wie in der Energie so auch in den Erfahrungen und in der Leistungsfähigkeit der Länder und ihrer führenden Techniker. Denn Energievorräte wie Fähigkeiten müssen Gemeingut sein.

Ueber die Berichte auf der Baseler Tagung hat die Zeitschriftenliteratur aller Länder unterrichtet. Soweit nicht einzelne Referate der betreffenden Fachgebiete ausführlich wiedergegeben wurden, mußte sich die Berichterstattung der Fachpresse auf zusammenfassende Uebersichten von Teilgebieten beschränken und auch dabei lag die Auswahl des Wenigen, aus dem ganzen großen Komplex herausgeschälten, jeweils beim Berichter. Aber auch dem Teilnehmer an einer solchen Konferenz ist es nicht möglich alles zu hören und alles zu verarbeiten.

So hat eine vollständige Zusammenstellung sämtlicher Vorträge und Aussprachen bleibenden Wert für den Nichtteilnehmer ebenso wie für den Teilnehmer. Mit Recht sagte der Vorsitzende Dr. Tissot in der Schlußsitzung der Konferenz: „Jeder Ingenieur wird gerne auf diese nützlichen und zuverlässigen Informationen zurückgreifen." Dies um so mehr, als hier auch das gesamte reiche Material an Tabellen, Bildern und Diagrammen den Text ergänzt.

Auf den Inhalt des Werkes im einzelnen einzugehen erübrigt sich; er ist durch das Konferenzprogramm umschrieben und umfaßt aus den 5 Sektionen: Wasserkraftnutzung nebst Binnenschiffahrt und deren Beziehungen zur Wasserkraftnutzung, Austausch elektrischer Energie zwischen Ländern, wirtschaftliche Beziehungen zwischen hydraulisch und thermisch erzeugter elektrischer Energie, Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft, Elektrisierung der Eisenbahnen, sämtliche 89 Originalberichte. Diese sind jeweils in der Sprache, in welcher sie vorgelegt wurden (deutsch, englisch oder französisch) vollinhaltlich und in den beiden anderen Sprachen in einer Zusammenfassung wiedergegeben. Die Generalberichte der einzelnen Sektionen als Zusammenfassung der Fachberichte jeder Gruppe sind in vollem Umfang in den drei Sprachen abgedruckt, die anschließenden Wechselreden ebenfalls ungekürzt in den jeweiligen Sprachen der Redner beigefügt. Die Reden auf der Eröffnungs- und Schluß-Sitzung nebst den Beschlüssen wurden gleichfalls dreisprachig aufgenommen. Inhaltsübersichten, geordnet nach den Sektionen und nach den Namen der Berichter (dreisprachig), Verzeichnisse der Konferenzteilnehmer und der offiziellen Vertreter der Staaten sind beigegeben.

Was die Konferenz und damit für den weiten Umfang der Fachwelt das Druckwerk besonders wertvoll macht, ist die bisher noch an keiner Stelle gebotene so lückenlose Sammlung aller — zum Teil natürlich auch entgegengesetzter — Erfahrungen auf den einzelnen Gebieten, sowohl hinsichtlich der Konstruktionen wie hinsichtlich des Betriebes oder der Wirtschaftlichkeit. Alle Gründe für die verschiedenen Anschauungen und Erfahrungen sind aber in wissenschaftlich freier Weise mitgeteilt oder in den Wechselreden erörtert, so daß sich der Fachmann ein sicheres Bild über das für seine Verhältnisse Zutreffende machen wird. Daneben bietet sich eine Fülle von bisher noch nicht in die Oeffentlichkeit gekommenen Unterlagen besonders wirtschaftlicher Art, von vergleichenden Zusammenstellungen, wie sie dem einzelnen schon aus Materialmangel sich aufzustellen unmöglich sind. Aus einem solchen Werk einzelnes herauszugreifen soll unterlassen werden; unter dem vielen möge nur auf die instruktive Karte der Verteilung der Energiequellen Europas (Wasser und Brennstoffe) von Genissieu, wie überhaupt auf die gesamte Behandlung des zwischenstaatlichen Energietausches hinverwiesen sein. Daß die Elektrisierung der Bahnen einen sehr breiten Raum einnimmt und besonders auch deren Energiebeschaffung, ist verständlich; gleiches muß der Konferenz auch für die Sektion „Elektrizität in der Landwirtschaft" gedankt werden.

Die technischen und wirtschaftlichen Fragen unserer engeren Fachgebiete, Wasserkraft, Energieaustausch und Beziehungen zwischen Wasser- und Wärmekraft, mit ihrem wertvollen Inhalt beanspruchen den Hauptteil des Werkes mit rund 1600 Seiten. Deutschland ist mit 10 Berichten vertreten, davon 8 aus den vorerwähnten Fachgebieten (Konz, Unger, Wallem, Dantscher, Hoebel, Zilcher, Haas, Krieger gemeinsam mit Marx und D. Thoma); ein Bericht behandelt die Elektrizität in der Landwirtschaft (Petri mit Pirrung, Riefstahl, Vietze und Kühnert) und ein sehr ausführlicher Bericht die Elektrisierung unserer Reichsbahn (Wechmann). Im Vergleich mit den Darlegungen und den Ausführungsarten anderer Länder und Kontinente und aus dem Abwägen der überall verschiedenen Bedingungen vermittelt die Berichterstattung bleibenden Nutzen.

Steht der Inhalt in seiner Eigenschaft als offizielles Dokument jenseits einer kritischen Besprechung, so muß bezüglich des Aeußeren, das ihm das Sekretariat der Konferenz und der Verlag gegeben haben, uneingeschränktes Lob ausgesprochen werden. Höchste Sorgfalt und Sauberkeit in der Druckausführung sind mit übersichtlicher Anordnung und vornehmer Ausführung verbunden. Die beiden Bände sind ein ebenso nützlicher wie würdiger Schlußstein der Baseler Konferenz. (W. 141.)

Ing. C. Reindl.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 10 — 15. MAI — 1927

Aus dem Inhalt: Vom Kachletwerk. / Das Wasserversorgungswesen in Holland. / Ueber Grundwasserbewegung. / Rundschau: Aluminium-Industrie in Norwegen. / Große Bauxitlager. / Unsichtbare Niederschläge. / Wasserkraftnutzung in Island. / Energiestatistisches aus den Vereinigten Staaten. / Entwicklung der Wasserkraftnutzung in den Vereinigten Staaten. / Neue Kraftwerke im Etschgebiet. / Zuverlässigkeit von Wasserkraftanlagen. / Neue Bauform für Schnelläufer-Turbinen. / Vereine, Versammlungen: Hafenbautechnische Gesellschaft, Hauptversammlung. / Deutsche Patentschau. / Verbandsnachrichten: Bericht über die Ordentliche Hauptversammlung des D.W.W.V. am 25. April 1927.

In eigener Sache.

Die in der Zeitschrift „Die Wasserkraft", Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik, im Verlag der Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G., München, Heft 21 und 22 vom 1. und 15. November 1926 veröffentlichte Mitteilung über das Erscheinen der Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes, e.V., Berlin ab 1. Januar 1927 in diesem Verlage haben zu verschiedenen Missverständnissen und Verwechslungen Anlass gegeben.

Dies veranlasst uns zu der Erklärung, dass die Zeitschrift des Rom-Verlages R.O. Mittelbach in Berlin „Deutsche Wasserwirtschaft" nicht auf die Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G. übergegangen ist, vielmehr nach wie vor in dem Rom-Verlag R. O. Mittelbach in Berlin weiter erscheint.

Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G., München

Rom-Verlag R. O. Mittelbach, Berlin

Vom Kachletwerk.

Im Anschluß an das bereits früher berichtete[1]) soll der derzeitige Bauzustand dieser gegenwärtig größten, vor der Fertigstellung begriffenen Schiffahrts- und Wasserkraftanlage wieder kurz dargestellt werden. Nachdem das fast den ganzen Sommer 1926 hindurch mit Schwankungen anhaltende Hochwasser der Donau die Baugrube des letzten noch zu vollendenden Wehrpfeilers Nr. 3 durch Ueberflutung der Betonfangdämme unter Wasser hielt, gelang es erst im Herbst, die Baugrube wieder wasserfrei zu machen und in dem kurzen Zeitraum von nur zwei Monaten wurden im Winter 1926/27 der letzte Wehrpfeiler und die zwei letzten Wehrschwellen gegründet, hochgeführt und die beiden zugehörigen Felder des Oberbaues mit den 3,50 m hohen Melanträgern eingefügt. In Abb. 1 sind diese beiden

1) Näheres über das Kachletwerk vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 14, Seite 163. Dort sind auch die grundlegenden Großenangaben und Pläne zu finden.

Digitized by Google

Abb. 1. Kachletwerk, Bauzustand Frühjahr 1927, von Oberstrom.

Wehrfelder und der Betonfangdamm deutlich zu erkennen. Vom Wehr sind die Schützentafeln der beiden ersten Oeffnungen von je 25 m lichter Weite fertig montiert, die übrigen vier Schützen in Montage. Am landseitigen Pfeiler wird noch ein Uebergangsbauwerk mit der Wehrmeisterwohnung und den nötigen Diensträumen erstellt. Die Abb. 1 zeigt den Bauzustand im Frühjahr dieses Jahres. Der Betonfangdamm, der in der Abbildung noch zu erkennen ist, wurde bereits im Oberteil durch Sprengung entfernt, die Unterwassersprengung des unteren Teiles steht noch bevor.

Von der Unterwassersprengung eines solchen Betonfangdammes in einem früheren Bauabschnitt vor dem Krafthausauslauf gibt die Abb. 3 eine Vorstellung. Die Sprengung dieser Fangdämme, wofür zur Aufnahme der Ladungen beim Bau bereits die Aussparungen vorgesehen werden, erfolgt abschnittsweise in Längen von je etwa 80 m mit gleichzeitig gezündeten Ladungen von je etwa 340 kg Ammongelatine.

Die Montagebrücke vor dem Wehrüberbau wird in nächster Zeit ebenfalls abgebrochen werden. Der Innenausbau des im Aeußeren fertiggestellten Krafthauses, Abb. 1 und 2, von 145 m Länge ist in vollem Gang. Das Vorbecken, welches zur Montage der Rollklappenverschlüsse der 8 Turbinenkammern provisorisch mittels einer Bohlenwand verschlossen war[2]), ist gefüllt.

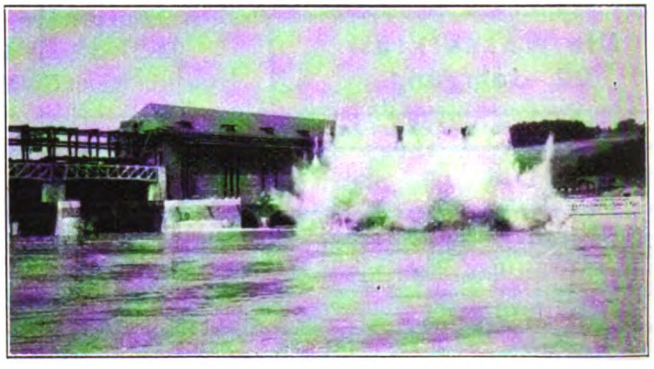


Abb. 3. Sprengung eines Fangedammes.

Die Rollklappenverschlüsse sind angebracht und zeigen beim Betreten der Turbinenspiralen, daß ihr dichter Schluß nichts zu wünschen übrig läßt; die Menge des Sickerwassers ist außerordentlich gering. Auf Abb. 1 sind vor den Pfeilern des Krafthauses die Zylinder für die Betätigung der Rollklappenverschlüsse durch Drucköl erkennbar.

Im Kraftwerk selbst sind bereits 6 Turbinen fertig eingebaut. Abb. 4 zeigt ein zusammengebautes Propellerlaufrad von 4,60 m Durchmesser beim Einsetzen. Die Ständerdurchmesser der Generatoren sind so gehalten, daß die Laufräder und sonstigen Turbinenteile nach Abnehmen der Armkreuze und Herausziehen

[2]) Ueber die Konstruktion der Fangdämme beim Kachletwerk (Betonfangdämme, Bohlenwand am Einlauf, Spundwand von Schön bei den Schiffsschleusen) vgl. Regierungsbaurat Hetzel, Die Fangdämme beim Bau der Staustufe im Donaukachlet, Zentralbl. d. Bauverw. 1927, H. 9, S. 80.

Abb. 4. Einbau eines Laufrades.

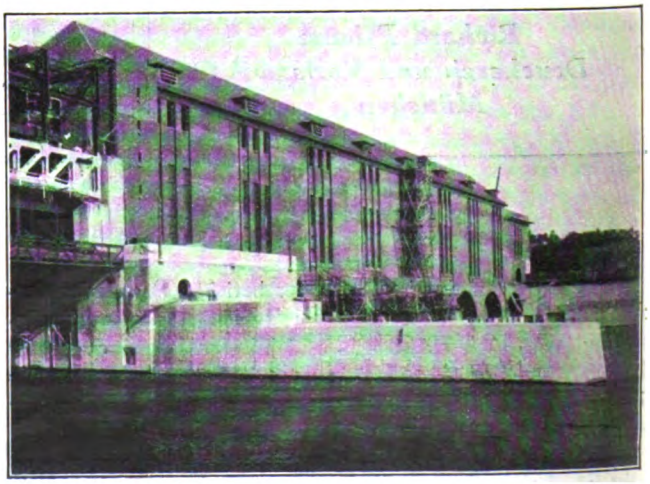


Abb. 2. Krafthaus von Unterstrom.

Digitized by Google

des Polrades durch die Ständerbohrung durchgezogen werden können.[3])

Ueber die maschinelle Einrichtung des Kraftwerkes wird später noch eingehend berichtet werden. Es sei nur noch erwähnt, daß die Servomotoren unmittelbar auf die Leitraddeckel aufgesetzt sind, während die Regler und die getrennten Oelpumpen-Aggregate auf dem Maschinenhausflur aufgestellt sind. Die Pumpen werden über Kegelräder und horizontale Zwischenwellen von den Turbinenwellen aus angetrieben und sind außerdem durch eine Sammelleitung verbunden.

Im Maschinenhaus befinden sich derzeit vier Generatoren in Montage, Abb. 5, während die übrigen Maschinen teils angeliefert, teils in Anlieferung sind. Auf der Abbildung ist gerade ein Polrad von 6990 mm Durchmesser und 110 t Gewicht an der Traverse der beiden gekuppelten Laufkrane hängend während des Transportes zu ersehen, während ein zweites Polrad im Hintergrund steht. Die große Bauhöhe des Maschinenhauses von 20,8 m vom Flur bis zur flachen Decke, bzw. 15 m vom Flur bis zur höchsten Stellung des Kranhakens ist eben — als unangenehme Beigabe der vertikalen Turbinenaufstellung — durch das Ausheben von Polrad und Welle vorgeschrieben. Die Generatoren leisten bekanntlich je 8500 kVA bzw. 5950 kW bei 75 Umdr./Min. Die Montage der Maschinen wird soweit gefördert sein, daß man Ende dieses Jahres mit der Aufnahme des Probebetriebes und zu Anfang 1928 mit der Aufnahme der Stromlieferung an das Bayernwerk rechnet.

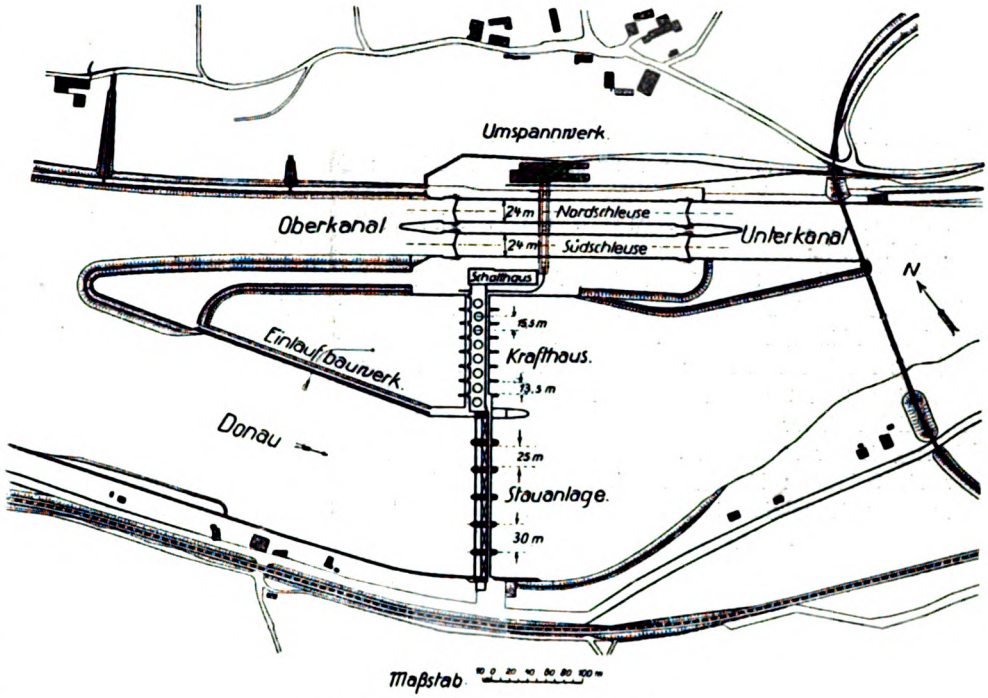


Abb. 6 Lageplan der Stau- und Kraftanlage.

Am Nordende der Maschinenhalle ist die Betätigungsanlage angebaut, Abb. 6, welche durch die in Abb. 5 sichtbaren hohen Fenster Ueberblick über das Krafthaus ermöglicht.

Im Laufe des vergangenen Jahres wurde auch das 6000 Volt-Schalthaus auf dem Trennungspfeiler zwischen Kraftwerk und Schiffsschleusen, Abb. 7, sowie das Umspannwerk auf dem nördlichen Ufer errichtet. Das Schalthaus, rechtwinklig zum Maschinenhaus, nimmt die sämtlichen Generatorapparate und Unterspannungsschalter für die zum Umspannwerk abgehenden Transformatorenkabel auf, außerdem die Eigenbedarfstransformatoren. Das Umspannwerk des Bayernwerkes umfaßt die dem Bayernwerk gehörigen Schalt- und Umspanneinrichtungen für die abgehende 110 kV-Leitung nach dem Umspannwerk Regensburg. Die Doppelleitung von 110 km Länge ist fertiggestellt und dient bereits zum Baustrombezug ab Regensburg. In Transformatoren wird im Kachletwerk eine Gesamtleistung von 66 000 kVA eingebaut. Den bemerkenswertesten Teil der Fernleitung bildet die Donauüberkreuzung, etwa 8 km oberhalb des Kachletwerkes mit einer Spannweite von etwa 400 m auf 45 m hohen Fachwerktürmen, wobei Donau, Straße und Eisenbahn gleichzeitig überspannt werden.

Entgegen früheren Plänen, welche eine teilweise Ausnutzung des Kachletwerkes für die Aufstellung von Einphasen-Generatoren zur Bahnstromlieferung vorsahen, werden nunmehr sämtliche acht Turbinen mit Drehstromgeneratoren gekuppelt und es bleibt der späteren Entwicklung vorbehalten, eine Verbindung mit dem Bahnnetz durch eine Umformeranlage zu schaffen, ebenso wie im Bedarfsfalle auch eine Verbindung des 110 kV-

[3]) Ein Schnitt durch eine Turbine ist a. a. O. Seite 167, Abb. 7, gezeigt worden. — Vgl. auch die eingehende Beschreibung von Ministerialdirektor Dr. Gleichmann in der „Deutschen Wasserwirtschaft", 1926, Heft 8.

Abb. 5. Maschinenhalle, Frühjahr 1927.

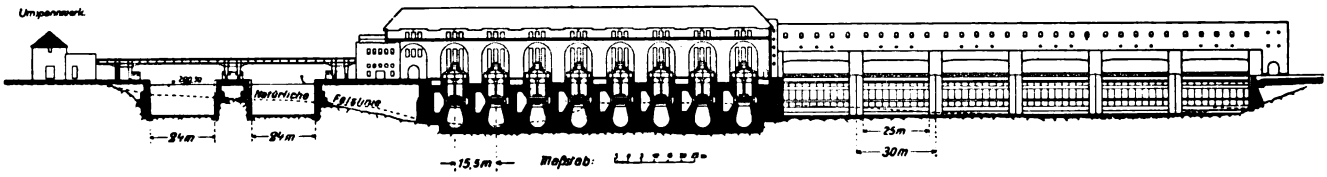
Digitized by Google

Bayernwerksnetzes mit der nur 50 km südlich gelegenen österreichischen Großkraftanlage Partenstein von 21 200, später 31 800 kW Leistung als Kopfpunkt des ober- und niederösterreichischen Landesnetzes ermöglicht werden kann. — Dadurch wäre ein zwischenstaatlicher Energieaustausch, wie er heute schon vom Walchensee bis zu den rheinisch-westfälischen Elektrizitätswerken und die Weser entlang bis Bremen besteht, und in Kürze weiter südlich bis zur Tiroler Sammelschiene (Aachenseewerk) vervollständigt wird, dann auch vom RWE. im Westen bis nach Wien im Osten durchgeführt.

Die im Modell auf Seite 163 vorigen Jahrgangs ersichtliche Kabelbrücke zwischen dem Nordufer (Bayernwerkstation) über die Schleusen hinweg nach dem Trennungsdamm (6,5 kV-Schalthaus), als Blech-Gerberträger ausgebildet, ist inzwischen ebenfalls fertiggestellt. Sie dient auch als Fahrbahn für einen Laufkran, welcher die für das Maschinenhaus bestimmten Lasten vom Zufahrtsgleis zur nördlichen Schleusenplattform aufnimmt und über die Schleusen hinweg zum Trennungsdamm befördert; dort werden sie auf einen in das nördliche Ende des Maschinenhauses laufenden Transportwagen abgesetzt und durch diesen unter den Maschinenhauskran gefahren. Die beiden Kastenbrücken von 101 m Länge dienen zur Aufnahme der 6,5 kV-Kabel und der Steuerleitungen zwischen Schalthaus und Umspannwerk.

Die roten Backsteinbauten der massigen Gebäude fügen sich dem Grün der Landschaft auch in ihrer einfachen Linienführung vorzüglich ein; die grau gestrichene Kabelbrücke über die Schleusen tritt gegen diese Bauteile in erwünschter Weise ganz zurück, um das Maschinenhaus mit einer Höhe von 36 m vom Unterwasserspiegel bis zum Dachfirst beherrschend in die Mitte zu stellen, wogegen der Wehrüberbau, um zurückzutreten, nur ein flaches Dach erhält.

Nach 4½jähriger Bauzeit mit einem Arbeiterstand bis zu 3000 Mann geht nunmehr die größte Schiffsschleusenanlage Europas (jede Kammer 230 m Nutzlänge bei 24 m Breite) und eines der größten Flußkraftwerke Deutschlands für eine Jahresarbeit von rund 275 Mio kWh bei einer installierten Höchstleistung von 8 × 5950 kW = 47 600 kW seiner Vollendung entgegen. (W. 131.)



(Norden.) (Süden.)

Abb. 7. Querschnitt, von Oberstrom gesehen.

Das Wasserversorgungswesen in Holland

Von F. A. Liefrinck, c. i., Ingenieur des Reichsamts für Trinkwasserversorgung, Haag.

In Holland hat das Wasser immer eine große Rolle gespielt. Hatten nicht die Niederlanden ihre Wohlfahrt und Blüte zum größten Teile dem Wasser zu verdanken? Und ist nicht anderseits das Wasser stets Hollands größter Feind gewesen, dem das Land, wenigstens teilweise, entrungen wurde?

Und doch ist es bei all dem Wasserreichtum dieses von Kanälen durchschnittenen Gebietes oft nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten verbunden gewesen, dasselbe in einer für die Gesundheit des Menschen notwendigen Beschaffenheit aufzutreiben, und mußte, und muß man sich jetzt noch an vielen Stellen mit den für moderne Begriffe unzulänglichen Quantitäten des Himmelswassers begnügen.

Besonders die Alluvionen des westlichen Teiles Hollands sind in dieser Hinsicht ziemlich ungünstig: die Moor- und Tonablagerungen kommen für eine Wasserentnahme nicht in Betracht, und in den tieferen Schichten der Polder und Insel weist das Wasser vielfach einen zu hohen Salzgehalt auf; Städte wie zum Beispiel Rotterdam und Dordrecht haben sich hierdurch gezwungen gesehen, sich für ihre Wasserversorgungsanlagen der Flüsse zu bedienen.

Nur in den östlicheren Teilen des Landes und in den Dünen war es möglich, Grundwasserfassungen zu bauen. Die Dünen bilden ein für die Wasserversorgung sehr wichtiges (und zur gleichen Zeit ein sehr bemerkenswertes) Gebiet, dem ein beträchtlicher Teil der gesamten Verbrauchsmengen zufällt; Städte wie Amsterdam, Haarlem, Leiden, Haag, Middelburg und Vlissingen benutzen diesen Süßwasserbestand.

Die älteste Wasserversorgung besitzt Amsterdam; sie kam 1853 in Betrieb, also im selben Jahre wie die erste Berliner Anlage, und wurde gleichfalls von englischen Ingenieuren erbaut. Die Fassungsanlage befindet sich in den Dünen, südlich von Haarlem. Drei Jahre später folgte Helder, ebenfalls mit einer Dünenfassungsanlage; in Rotterdam wurde die Flußwasserleitung 1874 eröffnet (sie liefert heutzutage auch an Delft, Schiedam und Vlaardingen); Haag folgte im gleichen Jahre mit ihrem Dünenwasserwerk, Leiden 1878. Die Grundwasserverfassung der viertgrößten Stadt des Landes, Utrecht, wurde 1863 auf der Heide bei Zeist erbaut; weitere Städte und Gemeinden folgten einander darauf im raschen Schritte.

Der heutige Stand der Wasserversorgung.

Der heutige Stand der Wasserversorgung in Holland ist in der Abbildung Nr. 1 dargestellt; nur die Städte und Gemeinden, welche eine zentrale Wasserversorgung besitzen, sind darauf angegeben worden; Gruppenversorgungen sind durch eine Schraffierung angedeutet.

Von den 7,4 Millionen Einwohnern des Landes sind nach den letzten zur Verfügung stehenden Angaben etwa 4,6 Millionen an eine zentrale Wasserversorgung angeschlossen; in etwa 390 Städten und Gemeinden ist Leitungswasser verfügbar, und zwar in 45 derer Oberflächenwasser, in 110 Grundwasser aus den Dünen und in 228 Grundwasser außerhalb der Dünen; in einzelnen Gemeinden, wie zum Beispiel in Amsterdam und Groningen wird Wasser verschiedener Herkunft geliefert.

Anfang 1926 gab es in Holland insgesamt 111 Wasserwerksunternehmungen, von denen 80 (72%) von den Behörden und 31 (28%) privatlich betrieben wurden. Einige der ältesten Wasserleitungen waren ursprünglich in privaten Händen; mehr und mehr hat sich aber die Einsicht Bahn gebrochen, daß die Sorge um die öffentliche Gesundheitspflege, welche den Behörden obliegt, im engsten Zusammenhang mit der Wasserleitungsfrage steht, und die Erstellung von Wasserversorgungsanlagen nicht dem privaten Unternehmungsgeist überlassen wer-

Digitized by Google

den durfte. Allmählich sind denn auch die meisten der privaten Unternehmungen von den Behörden übernommen worden; in einigen Städten wie Utrecht, Arnhem und Leiden sind sie noch in privaten Händen.

In einem einzelnen Falle untersteht die Verwaltung des Wasserwerks unmittelbar der Provinzialbehörde: die Provinz Nordholland gründete einen eigenen Betrieb zwecks Belieferung der 103 ihrer Gemeinden, welche bis dahin noch nicht mit Leitungswasser versehen waren; die übrigen Gruppenwasserversorgungen werden von Ortsgruppen von Gemeinden betrieben, meistens in der privatrechtlichen For meiner „Naamlooze Vennootschap" (A.G. oder G. m. b. H.) oder „Stichting" (Stiftung). Eine der ältesten Gruppen-Wasserversorgungen ist die, welche im Jahre 1912 von 24 der 25 Gemeinden der Zeelandschen Insel Zuid-Beveland errichtet wurde; die Fassungsanlage befindet sich in der Provinz Nordbrabant, weil auf der Insel selbst zu ungünstige Bodenverhältnisse vorliegen; eine 25 km lange Transportleitung führt von der Wassergewinnungsstelle längs des Bahndammes nach dem Versorgungsgebiet. 1925 wurden 623 500 m³ Wasser abgeliefert.

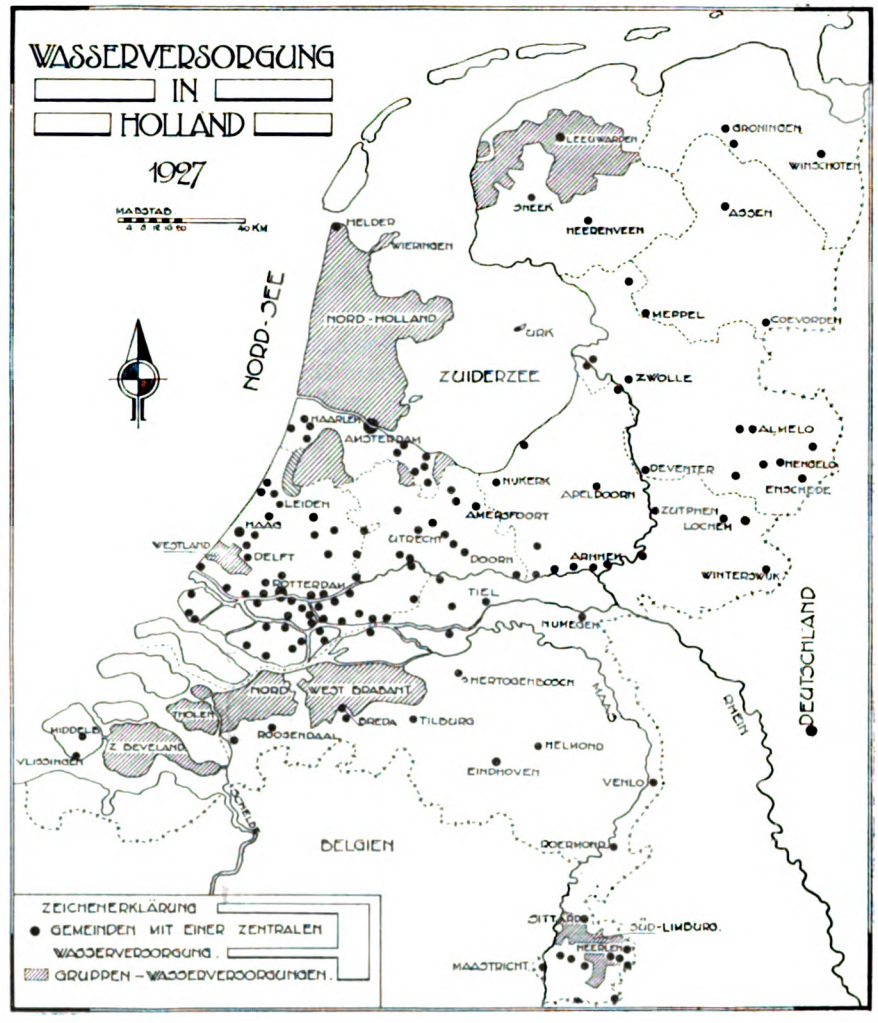


Abb. 1.

Die größte Gruppenwasserversorgung ist die bereits obenerwähnte der Provinz Nordholland. Sie hat mit der Uebernahme der Zaanlandschen und der Alkmaarer Wasserwerke im Januar 1920 den eigenen Betrieb aufgenommen; Anfang 1926 waren 96 Gemeinden angeschlossen. Sie besitzt 3 Fassungsanlagen in den Dünen bei Bergen, Castricum und Wijk-aan-Zee, welche im Jahre 1925 insgesamt etwa 5500000 m³ Wasser ablieferten; außerdem wurden von anderen Wasserwerken noch etwa 300 000 m³ bezogen. Die Provinz liefert den Einwohnern das Wasser ohne Zwischenkunft der kommunalen Behörden; nur der von ihr aus hygienischen Gründen notwendig geurteilte Anschließungszwang (welcher selbstredend nur diejenigen Einwohner betrifft, welche nicht in genügendem Maße über Wasser hygienisch einwandfreier Beschaffenheit verfügen), wird ihnen von den Gemeinden aufgelegt.

Als weitere Gruppenwasserversorgungen sind zu nennen:

die „Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden", welche 12 Gemeinden der Provinz Friesland umfaßt, unter denen die Städte Leeuwarden, Franeker und Harlingen;

die Wasserversorgung der Zeelandschen Insel Tholen, deren Wasserfassung in der Provinz Nordbrabant liegt, und welche außer den 7 Gemeinden der Insel die Nordbrabantsche Gemeinde Halsteren bedient;

die Westlandsche Wasserversorgungs-G. m. b. H., welche fünf Gemeinden mit Wasser versorgt;

die Wasserversorgung Nord-West-Brabants, welche von 23 Gemeinden dieser Provinz und einer der Provinz Zeeland (St. Philipsland) errichtet wurde; sie besitzt zwei Tiefgrundwasserfassungsanlagen; das Rohrnetz hat eine Länge von über 390 km, und umfaßt 11 Wassertürme; die Baukosten haben über fünf Millionen Gulden betragen;

die Wasserversorgung Süd-Limburgs, welche für 20 Gemeinden entworfen wurde, von denen augenblicklich 18 angeschlossen sind. Vorläufig wird das Wasser von dem bereits bestehenden Pumpwerk Heerlens bezogen. Mehrere andere Gruppenwasserversorgungen sind augenblicklich in Vorbereitung oder im Bau.

Der Wasserverbrauch in Holland stellt sich, im Vergleich zu andern Ländern ziemlich niedrig; es wurde 1925 an 4,6 Millionen Personen insgesamt 150 Millionen m³ verabfolgt, so daß je Person nur rund 89 l/Tag entfällt. Es ist dies wohl einerseits auf den geringen Verbrauch für industrielle Zwecke zurückzuführen, weil derartige Unternehmungen, besonders wenn sie größere Mengen brauchen, meistens eine eigene Wasserversorgung vorziehen; anderseits wird man auch von der Bevölkerung auf dem Lande, welche sich seit Jahrhunderten angewohnt hat, mit dem Wasser sparsam zu walten, keine Verschwendung erwarten können.

Die Zahlen für das Jahr 1925 für einige der größten Städte sind in der untenstehenden Tafel zusammengestellt.

	Mittlerer Tagesverbrauch m³	Maximaler Tagesverbrauch m³	Mittlerer Tagesverbrauch je Einwohner in l
Amsterdam	71 601	103 342	95
Rotterdam	71 655	98 460	116
Haag	27 319	40 771	69
Utrecht	17 815	25 160	87
Groningen	7 447	—	74
Haarlem	4 661	7 059	53
Arnhem	4 948	8 307	75
Nijmegen	7 873	11 759	107

Digitized by Google

Sie sind der vom „Vereeniging voor Waterleidingsbelangen in Nederland“ (Verein zur Förderung des Wasserversorgungswesens in Holland) zusammengestellten statistischen Uebersicht entnommen, welche jährlich veröffentlicht wird, und in der nebst allen betriebstechnischen Einzelheiten die Ergebnisse der alljährlich seitens des Staates durchgeführten physischen und chemischen Untersuchungen zusammengebracht sind.

(Fortsetzung folgt.)

Über Grundwasserbewegung.

Von Professor Dr.-Ing. J. Kozeny in Wien, Hochschule für Bodenkultur.

(Fortsetzung aus Heft 8, S. 122.)

Es wurde in einem Blechzylinder (Abb. 7) von ½ m Durchmesser ein Sandzylinder von 0,42 m Durchmesser zentrisch aufgestellt, dessen Außenwand aus einem feinen Drahtnetz bestand, das durch ein Holz- und Drahtgerippe versteift war. In der Mitte des Sandzylinders stand ein bis zum Boden reichender Filterrohrbrunnen von 2 cm Durchmesser. Letzterer war aus gestanztem Zinkblech verfertigt und hatte 90 gleichmäßig über den Umfang verteilte kreisförmige Löcher von 3 mm Durchmesser. Dieser Modellbrunnen war mit feinem Kupferdraht von 0,08 mm Stärke und zirka 1600 Maschen pro cm^2 überzogen. In den ringförmigen Zwischenraum des Blech- und Sandzylinders wurde nun mittels Schlauch Wasser von 8° C Temperatur eingeführt, dessen Spiegellage dadurch auf einer konstanten Höhe von 12,2 cm über dem Boden des Blechzylinders gehalten wurde, daß in der Blechzylinderwand ein wagrechter Schlitz angebracht wurde, der als Ueberfall wirkte. Es stellte sich im Brunnen vorerst der Außenwasserstand ein. Mittels einer angesaugten Heberleitung wurde das Wasser aus dem Brunnen gepumpt und die gepumpte Menge durch Aenderung der Druckhöhe (Höher- oder Tieferlegen des Heberendes) geregelt. Das geförderte Wasser wurde in einem Meßglas aufgefangen, nachdem der Beharrungszustand eingetreten war. Der abgesenkte Wasserspiegel im Brunnen wurde nach der Spitzenmethode eingemessen, wobei allerdings die Einstellung der Spitze zur Berührung der Oberfläche ohne Feineinstellung, unmittelbar mit der Hand erfolgte. Da aber die Messung sehr sorgfältig geschah, so können die etwa unterlaufenen Messungsfehler nicht belangreich sein. In folgender Tabelle sind die gemessenen Größen zusammengestellt.

Nr.	Zeitdauer sec	Wassermenge cm^3	Mittel cm^3	Wassermenge pro sec	cm Wasserstand im Brunnen	Anmerkung
1	10″	92 90 91	91	9,1	11,0	
2	10″	219 218 222 226	222	22,2	4,7	
3	10″	176 184 186	182	18,2	6,2	
4	50″	264 267	265,5	5,31	11,6	
5	10″	154 160 161	158	15,8	8,1	
6	20″	222 228 230	226,6	11,3	10	
7	10″	224 232 229	228	22,8	4,0	Der Heber beginnt Luft mitzureißen

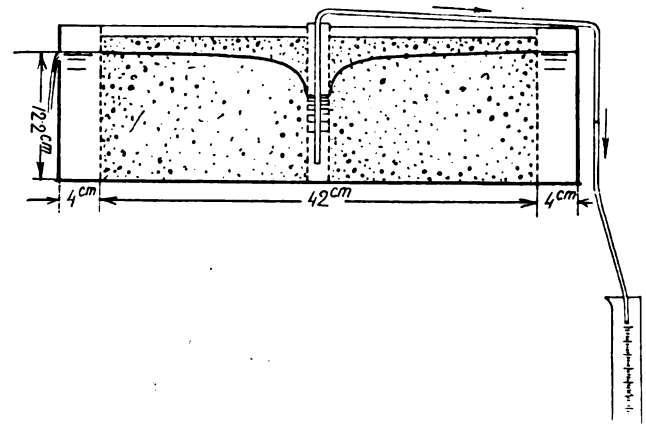


Abb. 7.

Der verwendete Sand war rein, ohne scharfe Kanten und lose geschüttet. In einer Probe von ½ kg zeigte er folgende Zusammensetzung:

Gruppe	d mm	Gewicht in Gramm	$\frac{\Delta g}{d^1}$
1	< 1,0	67,39	
2	1.0–1,5	14,5	12,89
3	1,5—2,5	46,35	24,7
4	2,5—4,0	234,37	76,17
5	4,0–5,0	94,2	21,20
6	5,0—6,0	43,42	7,97

$$\sum_{2}^{6} \frac{\Delta g}{d^1} = 142{,}93$$

Das letzte Intervall d = 0 bis d = 1,0 mm wurde wieder unterteilt in Intervalle von 1,0—0,5, 0,5—0,25 .. bis 0,0078—0,0039 mm. Bei linearer Verteilung von $\Delta g = 67{,}39$ kommt auf jedes Intervall

$$\frac{\Delta g}{d^1} \quad \frac{\frac{67{,}39}{2}}{2} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0{,}5}\right) = 33{,}7 \cdot 1{,}5 \backsim 50{,}55$$

zusammen also $8 \cdot 50{,}55 = 404{,}40\ mm^{-1}$

für den untersten Bereich $d < 0{,}0039$ mm kommt der Anteil

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta g_1}{\frac{2^3}{0{,}0039}} = \frac{3 \cdot 67{,}39}{2 \cdot 256 \cdot 0{,}0039} \backsim 101\ mm^{-1}\ \text{hinzu.}$$

Also ist $\frac{500}{d_w} = \sum_{2}^{6} \frac{\Delta g}{d^1} + 404{,}40 + 101 = 648{,}33\ mm^{-1}$ und

$$d_w \backsim \frac{500}{648{,}33} \simeq 0{,}77\ mm.$$

In der Abbildung 8 wurde die Gewichtsanteilskurve gezeichnet und nach der Hazenschen Vorschrift $d_w \backsim 0{,}8$ mm ermittelt. Das Porenvolumen wurde ermittelt, indem der Sand in ein

Digitized by Google

mit Wasser gefülltes Meßglas langsam geschüttet wurde. Das Porenvolumen ist $p = \frac{\text{Sandvolumen} - \text{Wasserverdrängung}}{\text{Sandvolumen}}$ Bei langsamer Schüttung kann der Fehler infolge mitgerissener Luft nicht groß sein. Es ergab sich folgende Tabelle:

Messung	Ablesung des Wasserstandes vor der Schüttung	Ablesung des Wasserstandes nach der Schüttung	Wasserverdrängung cm³	Volumen der Schüttung vor dem Klopfen	Volumen der Schüttung nach dem Klopfen	Porenvolumen locker	Porenvolumen dicht
1	141	221	80	134	126	0,40	0,365
2	221	269	48	80	72	0,40	0,333
3	141	309	168	285	266	0,41	0,368
					Mittel	0,403	0,355

für $p = 0{,}374$ und $\mu = 0{,}00001385$ g · sec · cm^{-2} bei 8° C ergibt sich

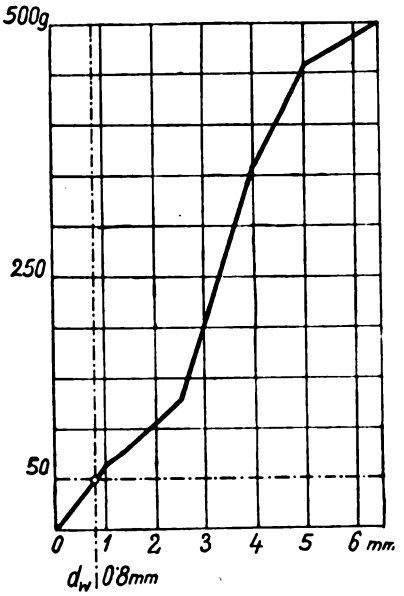


Abb. 8.

$$k = \frac{0.6}{\mu} \cdot \frac{p^3}{(1-p)^2} \cdot \frac{d_w^2}{72} = \frac{1}{120\,\mu} \cdot \frac{p^3}{(1-p)^2} \cdot d_w^2 =$$

$$= 617 \cdot \frac{p^3}{(1-p)^2} \cdot d_w^2 \backsim 0{,}50 \text{ cm/sec}$$

Nachdem das Porenvolumen bei der Labilität der Lagerung einem ziemlich starken Wechsel unterliegt, anderseits der Ausdruck $\frac{p^3}{(1-p)^2}$ äußerst empfindlich ist gegen kleine Aenderungen von p, so hat der berechnete Wert $K = 0{,}50$ den Charakter einer genau geschätzten Größe. Es wurden daher mit dem vorstehenden Sande Durchlässigkeitsversuche vorgenommen, wobei das Wasser bei konstanter Spiegellage (konstantes Gefälle) in lotrechter Richtung zum Durchfluß gebracht wurde. Der Sand befand sich in einem Glaszylinder mit $d = 3{,}6$ cm bzw. $F \backsim 10{,}17$ cm²; den Bodenabschluß bildete ein feines Sieb. Es ergaben sich nach erreichtem Beharrungszustand folgende Werte[14]:

[14] Am Beginn des Versuches wurde der Sand durch allmähliges Eintauchen des Zylinders von unten mit Wasser gefüllt.

Versuch	Dauer	Wassermenge cm³	Wassermenge pro sec	Versickerungsgeschwindigkeit v cm/sec	cm Wasserstand über d. Sieb h	cm Sandoberfläche über d. Sieb	J	$k = \frac{v}{J}$ cm/sec
1	40″	220	5,5	0,54	19	17	1,12	0,48
2	60″	370	6,17	0,61	19,5	„	1,15	0,53
3	60″	340	5 67	0,56	19,5	„	1,15	0,49
4	100″	535	5,34	0 52	18 5	„	1 08	0,48

Die Temperatur beim Auslauf aus der Wasserleitung betrug 7° C und beim Verlassen des Sandkörpers schien sie 8,0° C zu sein.

Wenn wir nun mit $k = 0{,}5$ cm/sec die Versuche nach unserer Rechnung auswerten, so erhalten wir eine weit bessere Uebereinstimmung als nach der alten Näherungsformel von Depuit.

Vorerst wollen wir die Lösung für η der neuen Bedingung anpassen, daß für $r = R_1$ also am Rande des Sandkörpers der Grundwasserspiegel in den Außenwasserspiegel übergeht, d. h. daß daselbst für $y = 0$ auch $\eta = 0$ sein soll. Setzen wir $\nu = \frac{\pi}{2H}$ so ist

$$\eta = \frac{\zeta \cdot H}{1 - 2\sum_1^\infty \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{H_0(2i\nu n R_1)}{H_0(2i\nu n R)}} \cdot$$

$$\left\{ \frac{\pi}{2} \sin \frac{y\pi}{2H} \cdot \frac{H_0(i\nu r)}{H_0(i\nu R)} + 2\sum_1^\infty \frac{\cos \frac{n y \pi}{H}}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{H_0(2i\nu n r)}{H_0(2i\nu n R)} \right.$$

$$\left. - 2\sum_1^\infty \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{H_0(2in\nu R_1)}{H_0(2in\nu R)} \right\} \quad \ldots (35)$$

Die Wassermenge ist dann mit $\frac{\pi R}{2H} = x$

$$Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot \zeta \cdot H \cdot R}{1 - 2\sum_1^\infty \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{H_0(2in\nu R_1)}{H_0(2in\nu R)}} \cdot$$

$$\left\{ \frac{\pi}{2} \cos \frac{\pi\zeta}{2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \ln H_0(i_x) - \right.$$

$$\left. - 2\sum_1^\infty \frac{\sin n\pi\zeta}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \ln H_0(2inx) \right\} \quad \ldots (36)$$

Für $R_1 = 21$ cm und $R = 1{,}0$ cm wird der Ausdruck

$$2\sum_1^\infty \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \frac{H_0(2in\nu R_1)}{H_0(2in\nu R)}$$

so klein gegen 1, daß er vernachlässigt werden kann. Wir können also unseren Versuchsbrunnen so behandeln, als ob er in einer unbegrenzten Sandscheibe vorhanden wäre und mit der Gleichung 32) rechnen.

Für Versuch Nr. 5 gelten folgende Werte:

$H = 12{,}2$ cm $h = 8{,}1$ cm $\zeta = \frac{1-h}{H} \backsim 1/3$

$R = 1{,}0$ cm $x = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{R}{H} = 0{,}128$,

Gemessen wurde $Q = 15{,}8$ cm³/sec.

Digitized by Google

Die Rechnung ergibt

$$\frac{\pi}{2}\cdot\cos\frac{\pi}{2}\,\zeta\cdot\frac{\Delta\ln H_0\,(iz)}{\Delta z}-$$

$$-2\sum_{1}^{\infty}\frac{\sin n\pi\zeta}{(2n-1)(2n+1)}\cdot\frac{\Delta\ln H_0\,(2\,i\,n\,z}{\Delta z}=S=$$

$$=\frac{\pi}{2}\cdot\cos 30^0\cdot 1{,}42-2\,\frac{\sin 60^0}{3}\cdot 0{,}984-2\cdot\frac{\sin 120^0}{15}\cdot 0{,}780-$$

$$-\frac{2\cdot\sin 180^0}{35}\cdot 0{,}692-2\,\frac{\sin 240^0}{63}\cdot 0{,}639$$

$$-2\cdot\frac{\sin 300^0}{99}\cdot 0{,}568-2\,\frac{\sin 360^0}{143}\cdot 0{,}568-\ldots=$$

$$=1{,}9395-0{,}5678-0{,}0822-0+0{,}0175+0{,}0099+0$$

$$-0{,}005-0{,}0039+\ldots\leqq 1{,}308$$

und $Q=2\pi k\zeta\cdot H\cdot R\cdot S=2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}5\cdot$

$$\frac{1}{3}\cdot 12{,}2\cdot 1{,}0\cdot 1{,}308=16{,}7\,\text{cm}^3/\text{sec}.$$

Versuch Nr. 3.

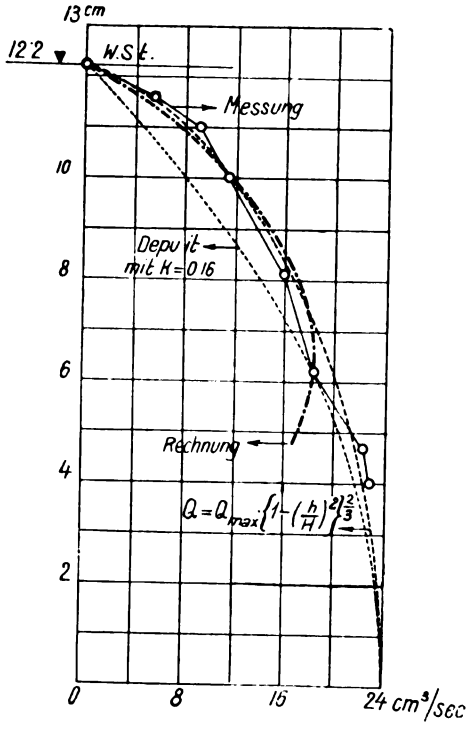


Abb. 9.

H = 12,2 cm h = 6,2 cm $\zeta\sim 1/2$ Q gemessen = 18,2 cm³/sec

$$S=\frac{\pi}{2}\cdot\cos\frac{\pi}{4}\cdot 1{,}42-2\cdot\frac{\sin\frac{\pi}{2}}{3}\cdot 0{,}985-$$

$$-2\,\frac{\sin\pi}{15}\cdot 0{,}780-2\,\frac{\sin\frac{3\pi}{2}}{35}\cdot 0{,}692\ldots.=$$

$$=1\,576-0{,}657+0+0{,}0398+0$$

$$-0{,}0115+0+0{,}006+\ldots.\sim 0{,}95$$

und $Q\sim 18{,}19$ cm³/sec.

Versuch Nr. 6.

H = 12,2 cm h = 10,0 cm $\zeta\sim 0{,}18$ Q gemessen = 11,3 cm³/sec

$S\sim 1{,}63$

und $Q=2\pi k\zeta\cdot H\cdot R\cdot S\leqq 11{,}24$ cm³/sec.

Versuch Nr. 4.

h = 11,6 cm H = 12,2 cm $\zeta\sim 0{,}05$ Q gemessen = 5,31 cm³/sec

$S\sim 2{,}035$

$Q\sim 3{,}9$ cm³/sec.

Für h = 3,05 cm und H = 12,2 cm, also für $\zeta=3/4$, ergibt die Rechnung den theoretischen Wert $Q\sim 13{,}3$ cm³/sec. Die in der Abbildung 9 dargestellte Ergiebigkeitslinie stimmt mit der berechneten im oberen Teile, wo die erwähnte Bedingung des Grundwasseraustritts in der Höhe des Brunnenspiegels zutrifft, recht gut überein. Dagegen zeigt die nach der Depuitschen Gleichung errechnete parabolische Ergiebigkeitskurve eine große Abweichung, wie zu erwarten war.

Rechnen wir nach Depuit aus Versuch Nr. 3 die Durchlässigkeit, so ergibt sich

$$k=\frac{Q}{\pi(H^2-h^2)}\cdot\ln\frac{R}{r}=$$

$$=\frac{18{,}2}{3{,}14\,(12{,}2^2-6{,}2^2)}\cdot\ln\left(\frac{21}{1}\right)\sim 0{,}16\ \text{cm/sec}$$

eine viel zu kleine Durchlässigkeit. Nach Hazens Formel würde sich mit $d_w=0{,}8$ mm bei 8° C eine Durchlässigkeit von etwa 0,70 cm/sec ergeben, was jedoch nur für lockere Lagerung gültig wäre. Mit k = 0,16 ergibt die Formel von Depuit für

Versuch Nr. 4) $Q=\dfrac{\pi k\,(H^2-h^2)}{\ln\frac{R}{r}}=2{,}36$ cm³/sec.

Versuch Nr. 5) Q = 13,6 cm³/sec,

Versuch Nr. 6) Q = 8,0 cm³/sec, und als maximale Menge für $h=\theta\,Q_{max}=24{,}4$ cm³/sec. Die so erhaltene Ergiebigkeitsparabel weicht stark von den gemessenen Werten ab (Abbildung 9).

Wenn wir bedenken, daß der Höhensprung zwischen Grundwasseraustritt an der inneren Brunnenwand und dem Brunnenspiegel nicht plötzlich auftritt, sondern sich allmählich entwickelt, so wird die Ergiebigkeitskurve einen stetigen Verlauf haben. Wir können dann die Ergiebigkeit bei jeder Absenkung durch das Verhältnis $\frac{h}{H}$ und den Parameter Q_{max} darstellen in der Form

$$Q=Q_{max}\cdot\left\{1-\left(\frac{h}{H}\right)^n\right\}^m$$

so daß sich die Ermittlung der Ergiebigkeitskurve leicht und rasch bewerkstelligen läßt, wenn man einen Punkt derselben im oberen Teil nach unserer früheren Rechnung ermittelt hat. Für unseren Brunnenversuch würde sich ergeben n = 2 und m = 3/2, so daß

$$Q=Q_{max}\cdot\left\{1-\left(\frac{h}{H}\right)^2\right\}^{3/2}\ \text{ist.}$$

Rechnen wir einen Punkt der oberen Kurve nach der Theorie, so ist zum Beispiel für Nr. 6, also h = 10,0 cm und H = 12,2 cm Q = 11,24 cm³/sec. Daraus ergibt sich

$$Q_{max}=\frac{Q}{\left\{1-\left(\frac{h}{H}\right)^2\right\}^{3/2}}=\frac{11{,}24}{\left\{1-(0{,}82)^2\right\}^{3/2}}\sim 24\ \text{cm}^3/\text{sec}.$$

Also ist die Gleichung der Ergiebigkeitskurve für unseren Brunnenversuch

$$Q=24\cdot\left\{1-\left(\frac{h}{H}\right)^2\right\}^{3/2}$$

und es ergeben sich folgende Werte

h cm	Q gerechnet cm³ sec	Q gemessen cm³/sec
11,6	5,18	5,31
10	11,24	11,3
8,1	16,39	15,8
6,2	19,8	18,2
4,0	22,25	22,8

Die Auftragung in der Abbildung 9 zeigt eine geringe Abweichung der gerechneten Kurve von den Messungen. (W. 689.)

Digitized by Google

Rundschau

Berichtigung.

Das Kraftwerk Taschkent.

In der Beschreibung dieses Kraftwerkes, diese Zeitschrift 1927, Heft 3, S. 37, linke Spalte, Zeile 6 von oben, muß statt

$$\text{div } V = 0$$

stehen:

$$\text{div } \gamma Q = 0$$

Die Schriftleitung.

Elektrochemie.

Aluminium-Industrie in Norwegen.

Die Aluminiumindustrie in Norwegen nimmt einen raschen bedeutenden Aufschwung durch den Ausbau der beiden Werke Hougvik Smelteverk und Kinsarvik mit einer Leistung von zusammen 100 000 PS. Im einzelnen verteilt sich die Leistung und Produktion der in Norwegen für die Aluminiumerzeugung ausgebauten Wasserkräfte wie folgt:

Stangfjord	5000 PS	1000 t
Vigeland	12000 „	2800„
Eydehavn	25000 „	5000„
Tyssedal	45000 „	10000„
Hoevang	30000 „	7000„
	117000 PS	25800 t
Im Bau:		
Hoevang (Erweiterung)		4000 t
Hougvik Smelteverk	50000 PS	10000„
Kinsarvik	50000 „	10000„
Spätere Leistung	217000 PS	49800 t

(W. 144.)

Große Bauxitlager an der afrikanischen Goldküste.

Berichten aus London zufolge wurden große Bauxitlager an der Goldküste und in Ashanta entdeckt. Berücksichtigt man nur den massiven Bauxit, so sind wahrscheinlich 1 150 000 tons Aluminia und etwa 600 000 tons Aluminium daraus zu gewinnen. Immerhin ist noch der Export von Kalkbauxit und aluminiumhaltigem Zement möglich.

Außerdem sind große Lager Kalksteine an dem Alfram-Fluße bei Okraji vorhanden. Die Kraft kann durch den Volterfluß bei Agina durch die Konstruktion eines Dammes in der Volterschlucht erzeugt werden. Das Gesamtquantum von Bauxit an den sechs anderen Werken wird insgesamt auf 33 Millionen tons geschätzt, die etwa 6 Millionen tons Aluminium liefern können. (W. 805.)

Hydraulik.

Unsichtbare Niederschläge erörtert Mezger[1]) im Rahmen einer Betrachtung des Verhältnisses zwischen Jahreslieferung und atmosphärischen Niederschlägen. Nachdem als feststehend gelten kann, daß die aus der Atmosphäre stammenden Wassermengen durch die Niederschlagsmessungen nicht vollständig erfaßt werden, bleibt zu untersuchen, auf welchem Wege der Boden sonst noch Wasser aus der Luft aufnehmen kann. Wenn die Temperatur der obersten Bodenschicht tiefer liegt als die Taupunktstemperatur der Luft, was im allgemeinen nur im Winter der Fall sein wird, so kondensiert die Luftfeuchtigkeit im Boden oder in der diesen bedeckenden Schneeschicht. Bei erheblichem Temperaturunterschied kann sich der Boden oder die Schneeschicht mit einer Wassermenge anreichern, welche mehr als 5 mm Höhe pro Tag betragen kann. Während des übrigen Teiles des Jahres, wo umgekehrt die Bodentemperatur meist höher ist, als der Taupunkt und eine Kondensation daher nicht in Frage kommen kann, wird die Wasseraufnahme des Bodens aus der Luft auf die Kapillarwirkung des Bodens zurückgeführt, wodurch die feinsten Wassertröpfchen aus der Luft eingesogen und im Boden weiterbefördert werden. Diese Auffassung wird gestützt durch Versuche von Ebermayer, wobei feiner Quarzsand eine beträchtliche größere Wasseraufnahme gezeigt hat, als grober Sand, weil eben in ersteren die Kapillarwirkung höher ist. Nach neueren Forschungen besteht Nebel und Wolken aus Tröpfchen von 0,017 bis 0,006 mm Durchmesser, also in der gleichen Größenordnung wie die Poren von Feinsand. Dadurch läßt sich die Aufnahme und Weiterführung dieser in der Luft verteilten Wassertröpfchen durch die Poren des Bodens erklären. Im Laufe eines Jahres können in sandigem Boden diese so aufgenommenen unsichtbaren Niederschläge der Verdunstung unter Umständen gleichkommen. (W. 826.)

[1]) Die jährliche Wasserlieferung der Quellen und die atmosphärischen Niederschläge. „Wasser und Gas", Heft 23.

Energiewirtschaft.

Wasserkraftnutzung in Island.

Der seit Jahren schwebende Plan einer großartigen Ausnutzung von Wasserfällen im südlichen Island und Bau einer Eisenbahn von Reykjavik zur Kraftstation rückt nunmehr der Verwirklichung nahe, indem die isländische Regierung dem Althing, das am 9. Februar in Reykjavik zusammentrat, einen Entwurf vorlegte, wonach der norwegischen Gesellschaft „Titan" die Konzession zum Ausbau des Urridawasserfalles am Fluß Thjorsaa in Südisland erteilt wird. Diese Gesellschaft hat sich schon vor etlichen Jahren das Besitzrecht an fast dem ganzen Wasserlauf des Thjorsaa nebst Nebenflüssen gesichert, wobei es sich im ganzen um etwa eine Million PS handelt, die in mehreren Abschnitten ausgebaut werden sollen. Der Anfang wird mit dem Urridafall gemacht, der ein Gesamt-Gefälle von 30 m hat und nach Regulierung mehrerer Seen, die im oberen Lauf des Thjorsaa liegen, mindestens 100 000 PS, im Höchstfall 160 000 PS liefert.

Die „Titangesellschaft" in Reykjavik, an deren Spitze der ehemalige isländische Minister Klemens Johnsson steht, beabsichtigt die zu gewinnende Arbeit in erster Linie zur Herstellung von Zink, Ammoniumsulfat und Karbid, Aluminium und Kunstdünger, sowie verschiedener Ferrolegierungen am Skerkafjord bei Reykjavik zu benutzen. Die Gesellschaft ist verpflichtet, eine Eisenbahn von Thjorsaa bis Reykjavik auf etwa 80 km Länge zu bauen. Das Aktienkapital zu dem isländischen Unternehmen, 65 Millionen Kronen, soll bereits gesichert sein. (W. 983.) Ws.

Energiestatistisches aus den Vereinigten Staaten.

Die Zunahme der Lieferung elektrischer Arbeit in den Vereinigten Staaten betrug im 3. Vierteljahr 1926 (Juli mit September) in Prozent gegenüber dem gleichen Zeitraum des Jahres 1925:

aus Wasserkraft gewonnene Arbeit	18,3%
aus Wärmekraft „ „	10,8%

Das Ueberwiegen der Wasserkraftarbeit dort vollzieht sich in stets steigender Linie:

	1924	1925	1926
aus Wasserkraft gewonnene Arbeit	36,1	35,9	36,7%
aus Wärmekraft „ „	63,9	64,1	63,3%

wobei die Süd-Ost-Staaten in der Wasserkraftentwicklung an der Spitze schreiten mit

	1924	1926
aus Wasserkraft gewonnene Arbeit	51,6	60,9%
aus Wärmekraft „ „	48,4	39,1%

[1]) Volle Jahreserzeugung 180 000 t, das ist ungefähr die Welterzeugung im Jahre 1925.

Digitized by Google

Kanada hat 1926 einen Zugang von 266 000 PS an Wasserkraft zu verzeichnen, an Projekten greifbarer Art schweben dort 1,7 Mio PS. Die Aluminium-Company of Canada hat am Saguenay River eine Anlage für max. 800 000 PS im Bau,[1]) die Ontario Paper Co. baut am Outardes River 40 000 PS aus. (Electrical World, 1927, Bd. 89, H. 3, und Eng. News-Record, 1927, Bd. 98, H. 2.) (W. 963.)

Entwicklung der Wasserkraftnutzung in den Vereinigten Staaten. Der U. S. Geological Survey gibt eine Jahres-Statistik,[1]) der nachstehende Zahlen entnommen sind:

Zeit:	Leistung in PS	Zuwachs gegenüber vorher in %
Gesamte verfügbare Leistung an 328 Tagen	34 818 000	—
Gesamte verfügbare Leistung „ 182 „	55 030 000	—
Ausgebaut am:		
1. Oktober 1921	7 926 958	—
1. März 1924	9 086 958	14,8
1. „ 1925	10 037 655	10,3
1. „ 1926	11 176 596	11,2

Von letzterem Stand entfallen 9 259 972 PS = 82,83% auf öffentliche Versorgung und 1 916 624 PS = 17,17% auf Industrie und sonstige Verwertung. (W. 972.)

Wasserkraftanlagen.

Neue Kraftwerke im Etschgebiete der „Venezia Tridentina" *(Italien).*

Gegenwärtig steht seitens der „Montecatini" (Societá Generale per l'Industria Mineraria ed Agricola Milano) das erste der an der Etsch zwischen Rovereto und Ala in Aussicht genommenen Niederdruckwerke bereits in Bauausführung.

Den Projekten nach wird die Etsch in drei Stufen von zusammen ungefähr 32 m Gefälle mit Betriebswassermengen zwischen 90 und 200 m³/sec ausgenützt, wodurch rund 30 000 bis 70 000 PS Leistung und an 250 Millionen kWh im Jahre erzeugt werden sollen.

Das erste Kraftwerk bei Mori (südlich Rovereto) wird für 25 000 PS Leistung, das zweite bei Serravalle mit annähernd gleicher Maschinenanlage, und das dritte bei Pilcante (nördlich Ala) für 20 000 PS erbaut werden; alle drei Anlagen werden elektrochemischen bzw. elektrometallurgischen Industrien (Aluminium u. dgl.) dienen.

Bei dem in Bauausführung begriffenen Kraftwerk „Ravazzone-Marco" wird eine Gefällstufe der Etsch von 12 m bei rund 150 m³/sec mittlerer Wassermenge ausgenützt, die Ableitung des Betriebswassers erfolgt mit einer Wehranlage mit Walzenwehren von 4 m Durchmesser und einem Grundwehr von 1,0 m Kronenhöhe; ein nahezu 2 km langer Oberwasserkanal von ungefähr 250 m² Profilfläche führt das Wasser dem Krafthause zu, von wo aus ein Unterwasserkanal von 200 m Länge die Wiedereinleitung in die Etsch besorgt.

Dem Vernehmen nach wird bei dem neuen Kraftwerke neben Francisturbinen auch eine Kaplanturbine zum Einbau gelangen, welche speziell in Zeiten wechselnder Wasserführungen den Ausnützungsfaktor der Anlage günstiger gestalten soll.

Ueber die erwähnten drei neuen Kraftanlagen wird des späteren noch näher berichtet werden.

Außer obigen Kraftanlagen steht zurzeit ein neues Projekt von einem Konsortium in Trento vor der wasserrechtlichen Behandlung; dem Projekte nach soll die Etsch zwischen Sigmundskron und Terlan (nordwestlich Bozen) gefaßt und durch den Ueberetscher Gebirgsstock hindurch bis südlich von Kaltern geleitet werden, wobei rund 20 m Gefälle und ungefähr 10 000 PS Mittelleistung erhalten werden können.

Neben dem seit dem Vorjahre im Bau befindlichen Großkraftwerk bei Kardaun (vorläufig das größte Wasserkraftwerk Europas werdend), welches neben industriellen Zwecken auch der Elektrisierung der Brennerbahn (Verona—Bozen—Brenner) dienen wird, steht noch ein weiteres Bahnkraftwerk — das Kraftwerk bei Wiesen (Prato) am Pfiitscherbach seitens der „Societá Idroelettrica delle Vizze-Milano" im Bau und dürfte im Laufe des Jahres 1928 in Betrieb genommen werden können; dieses Kraftwerk wird bei nahezu 400 m Gefälle eine Höchstleistung von ungefähr 45 000 PS aufweisen.

Im Rahmen einer Uebersicht über die neuen Großkraftanlagen im Bereiche der beiden Provinzen Bozen und Trento („Venezia Tridentina") wird auf die vorgenannten Kraftwerke noch zurückgekommen werden. (W. 123.)

Zuverlässigkeit von Wasserkraftanlagen.

Unter dieser Ueberschrift habe ich in Nr. 21/1926 der Wasserkraft einen Auszug aus einem Bericht des Wasserkraftkomitees der National Electric Light Association der Vereinigten Staaten gebracht. In dem Bericht dieser Gesellschaft über die Sitzung vom 17.—21. Mai 1926 ist eine Erweiterung der früheren Statistik mitgeteilt. Die Terminologie der oben zitierten Mitteilung ist unverändert beibehalten, so daß die folgenden Tabellen ohne weiteres verständlich sind.

Tabelle I.

Zusammenstellung der Betriebsberichte.

	Wasserturbinen 1924					Dampfturbinen 1923
	Pelton turb.	React. turb.	Baujahr vor 1920	Baujahr nach 1920	Summe	PS
1. Zahl der Aggregate	8	48	21	18	56	87
2. Mittlere Leistung	10 080	8 070	12 160	19 170	16 930	38 600
3. Betriebszeit %	51,39	81,25	75 34	73,02	76,98	72,4
4. Ruhezeit %	48,61	18 75	24,66	26,98	23,02	27 6
5. Stillstand %	3,55	5 73	4,66	7,87	5,40	12,9
6. Stillstand w. hrend d. Bedarfs	0,41	1,87	3,15	1 28	1,67	6,0
7. Stillst. außerhalb des B. darfes	3,14	3,86	1 51	6,59	3 73	6 9
8. Bereitschaft (Reihe 4 — R. 5)	45.06	13,02	20 00	19,11	17 62	14.7
9. Bedarfszeit (R. 3 + R. 6)	51,80	83,12	78,49	74,20	78,65	78,4
10. Größtmögliche Dienstzeit (R. 3 + R. 8)	96 45	94 27	95 34	92,13	94,60	87 1
11. Leistungsverhältnis	16 50	51 50	51 30	40 10	48,10	51 6
12. Ausnutzungsverhältnis	32,20	63,30	68,10	54,90	62,40	71 3
13. Bedarfs-Verfügbarkeitsverhältnis	99,59	97 75	96,75	97,86	98,02	92,3

Die Verfasser, F. C. Ralston und R. L. Thomas, erklären die größere Zuverlässigkeit der Wasserkraftanlagen mit der vergleichsweise geringeren Drehzahl und den großen Lichtweiten, dem Fehlen von hohen Temperaturen und starken Temperaturschwankungen, sowie der robusteren Konstruktion der Wasserturbinen. Unter dem durch Störungen irgendwelcher Art erzwungenen Stillstand sind bei Wasserkraftanlagen auch diejenigen Pausen eingerechnet, die durch Störungen im Zulaufkanal und an den Schleusen usw. hervorgerufen wurden; denn von verschiedenen Seiten war behauptet worden, daß die Wasserkraftmaschine mit ihren vielen wasserbaulichen Hilfseinrichtungen wesentlich mehr Störungen unterworfen sein müsse.

Außerdem ist auffällig, daß die Wasserkraftwerke eine längere Betriebszeit aufweisen als die Dampfkraftanlagen, besonders wo die moderne Tendenz, sowohl Lauf- als auch Speicherwerke mit Wasserkraftbetrieb zu überdimensionieren, zu der Ansicht verleiten könnte, daß die Betriebszeit bei den hydraulischen Anlagen kleiner sein müsse als bei den dampfelektrischen. Der Vergleich zwischen Peltonturbinen und Reaktionsturbinen ist interessant, darf aber nicht zu irgendwelchen Schlüssen herangezogen werden, weil nur 8 Frei-

[1]) Electrical World, 1927, Bd. 89, H. 1, S. 60.

Digitized by Google

strahlräder in die Statistik aufgenommen wurden, welche obendrein alle in Kalifornien liegen. Der Unterschied zwischen dem Verhalten älterer Anlagen, d. h. vor 1920 erbauter und den neueren ist vorläufig noch nicht zu erklären. Ueber die Ursachen der Störungen gibt Tabelle II Aufschluß.

Tabelle II.

Aufzählung der Gründe der Stillstände in % des gesamten Stillstandes.

	Pelton-turb.	Reakt.-turb.	Summe
Zahl der von der Statistik erfaßten Maschinen . . .	8	44	52
Allgemeine wasserbauliche Ursachen			
Eis oder Schwemmsel	3,2	2,2	2,3
Hochwasser	—	—	—
Druckleitung oder Kanal	23,3	2,0	4,2
Schleusen oder Einlauf	1,2	4,0	3,7
Sonstiges	—	1,8	1,6
Summe	27,7	10,0	11,8
Turbine mit Hilfseinrichtungen			
Laufrad	—	19,7	17,7
Turbinen-Absperrschieber	—	4,3	3,9
Leitschaufeln	—	0,7	0,7
Halslager	3,9	4,0	4,0
Kammlager	—	0,7	0,6
Regulierung und Antrieb	0,6	1,0	0,9
Druckregler	0,1	0,3	0,3
Saugrohr	—	2,0	1,8
Schmierung	—	2,7	2,4
Inspektion	8,5	1,7	2,4
Sonstiges	2,4	21,5	19,5
Erschütterungen	—	—	—
Konstruktion	—	—	—
Allgemeine Ueberholung	—	1,6	1,5
Summe	15,5	60,2	55,7
Generatoren und Zubehör			
Erschütterung	—	—	—
Schmierung	—	3,4	3,0
Rotor oder Feld	17,1	0,4	2,1
Wicklungen	23,2	13,2	14,2
Erreger und Widerstände	0,2	0,6	0,6
Ventilation	—	—	—
Reinigung	0,1	7,5	6,7
Inspektion	11,3	0,4	1,5
Sonstiges	0,1	0,6	0,6
Brüche	—	—	—
Summe	52,0	26,1	28,7
Elektrische Ausrüstung			
Schalter	—	0,3	0,3
Leitungen	3,8	1,1	1,3
Transformatoren	0,3	1,3	1,2
Sonstiges	0,7	1,0	1,0
Summe	4,8	3,7	3,8

(W. 857.) Schilhansl.

Vereine — Versammlungen.

Hafenbautechnische Gesellschaft Hamburg.

Die 9. ordentliche Hauptversammlung findet anschließend an den Himmelfahrtstag (26. Mai) am 27. und 28. Mai in Duisburg statt. An sie schließt sich am 29. Mai eine Zusammenkunft mit dem Königlichen Institut der Ingenieure im Haag und am 30. Mai ein gemeinsamer Besuch des Hafens von Rotterdam.

Vorläufige Tagungsordnung: Donnerstag, den 26. Mai: Begrüßungsabend in der Städtischen Tonhalle; Freitag, den 27. Mai: Geschäftliche Sitzung und Hauptversammlung im Gewerbehaus. Vorträge: Die Steinkohle als Umschlagsgut des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Vortragende: die Herren Regierungsbaurat Skalweit, Direktor des Kohlensyndikats Essen; Regierungsbaurat Germanus, Direktor der Duisburg-Ruhrorter Häfen A.-G., Duisburg; Regierungsbaurat Wehrspan, Direktor der Hafenbetriebsgesellschaft Wanne-Herne, G. m. b. H., Wanne. Gemeinschaftliches Abendessen in der Tonhalle. Sonnabend, den 28. Mai: Wahlweise Besichtigungen der Häfen Düsseldorf und Wanne, sowie verschiedener Industrie-Werke in Duisburg und Umgebung. Nachmittags Rundfahrt durch die Duisburg-Ruhrorter Häfen. Sonntag, den 29. Mai: Fahrt nach Den Haag und Scheveningen. Zusammenkunft mit dem Königlichen Institut der Ingenieure im Haag. Montag, den 30. Mai: Besichtigung des Rotterdamer Hafens.

Auskunft durch den Ortsausschuß für die Vorbereitung der Duisburger Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft zu Händen des Herrn von Ravenstein, Leiter des Presseamtes der Stadt Duisburg-Rathaus und die Geschäftsstelle der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg 14, Dalmannstr. 1.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81. Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 7. Juni 1927.

27c, 7. L. 61615. James Fraser Lister und Horace Will Smallwood, Birmingham, Engl.; Vertr.: Dr.-Ing. H. Hochschild, Pat.-Anw., Berlin-Charlottenburg. Ventilator, bei dem um zwei Achsen erfolgende Schwingbewegungen von der Ventilatorwelle abgeleitet werden. 4. 12. 25. Großbritannien 13. 12. 24.

27c, 7. M. 95547. Artur Müller, Lobenstein, Thür. Schutzkorb für Ventilatoren mit Regelwiderstand. 26. 7. 26.

59b, 2. G. 66966. Wilhelm Geue, Berlin-Pankow, Wollankstraße 6. Leerlauf-Anlaßvorrichtung für Kreiselpumpen, die zeitweise unter oder über dem Unterwasserspiegel anlaufen müssen. 8. 4. 26.

59b, 4. S. 72780. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude. Vorrichtung zur Entleerung von Sammelbehältern. 29. 12. 25.

47g, 30. A. 48410. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyss Q Cie., Zürich, Schweiz. Druckregler mit Servomotorsteuerung. 30. 7. 26. Schweiz 9. 7. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 14. Juni 1927.

59b, 4. S. 69856. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur Erhöhung der Förderleistung einer aus Motor und Pumpe bestehenden, in ein Bohrloch versenkten Fördereinrichtung. 4. 5. 25.

84a, 3. E. 32806. Firma Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen. Antrieb für Eisklappen von Roll- oder Gleitschützen. 17. 7. 25.

Letzter Tag des Einspruchs: 21. Juni 1927.

59b, 2. A. 43383. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4. Wellenstopfbüchse nach Patentanmeldung A. 41779; Zus. z. Pat. 442808. 31. 10. 24.

59b, 2. M. 93902. C. D. Magirus Akt.-Ges., Ulm a. d. D. Durch Verbrennungsmotor angetriebene Feuerlöschpumpe. 22. 3. 26.

84d, 2. B. 122646. Adrian Bos, Dordrecht, Holland. Selbsttätiger Eimerreiniger für Eimerkettenbagger. 10. 11. 25.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Bericht

über die ordentliche Hauptversammlung des DWWV am 25. April 1927, nachmittags 4.30 Uhr, im Sitzungssaale des Wirtschaftspolitischen Ausschusses im Reichswirtschaftsrat, Berlin, Bellevuestraße 15.

Tagesordnung:

1. Geschäftsbericht für 1926.
2. Kassenbericht für 1926; Bericht der Rechnungsprüfer, Entlastung des Vorstandes.
3. Wahl zweier Rechnungsprüfer für 1927.
4. Haushaltsplan für 1927 und Festsetzung des Mindestbeitrages für 1927.
5. Neuwahlen der satzungsgemäß ausscheidenden Vorstands- und Ausschußmitglieder und Zuwahlen zum Gesamtausschuß.
6. Verschiedenes.

Vom Vorstand sind anwesend die Herren:

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. Ernst Reichel, der in Verhinderung des erkrankten ersten Vorsitzenden Herrn Wirkl. Geh. Oberbaurat Nolda den Vorsitz führt;
Geheimer Regierungsrat Professor Grantz;
Reg.- und Baurat Professor Heiser, Dresden;
Wirklicher Geheimer Oberregierungsrat Peltzer;
Direktor Dr. jur. h. c. Selbach, Essen.

Das Protokoll führt der Geschäftsführer, Regierungsbaurat Lippert.

4.30 Uhr eröffnet der Vorsitzende, Geheimrat Reichel, die Sitzung und begrüßt die erschienenen Verbandsmitglieder.

Zu Punkt 1 der Tagesordnung. Der vorliegende gedruckte Geschäftsbericht für 1926 wird von der Versammlung einstimmig gutgeheißen.

Zu Punkt 2 der Tagesordnung. Der Geschäftsführer, Regierungsbaurat Lippert, gibt eine Uebersicht über Einnahmen und Ausgaben im abgelaufenen Geschäftsjahr und über die am Ende des Jahres verfügbaren Geldmittel. Das Barvermögen des Verbandes betrug am 31. Dezember 1926 43 831,85 Mark.

Im Namen der von der Hauptversammlung 1926 bestellten Kassenkommission berichtet alsdann das Verbandsmitglied Dipl.-Ing. Kalbe über die Revision der Kassenbücher des Verbandes, die zu keinerlei Beanstandungen geführt hat.

Dem Antrage auf Entlastung von Vorstand und Geschäftsführung wird von der Versammlung zugestimmt.

Zu Punkt 3 der Tagesordnung. Als Rechnungsprüfer für 1927 werden von der Hauptversammlung die Herren Bergassessor Dr. Karau und Dipl.-Ing. Otto Kalbe gewählt.

Zu Punkt 4 der Tagesordnung. Der vom Geschäftsführer, Regierungsbaurat Lippert, erläuterte Haushaltsplan wird wie folgt genehmigt und die Erhebung der Mindestbeiträge für 1927 in gleicher Höhe wie im Jahre 1926 beschlossen.

Voranschlag für 1927:

Einnahmen:

300 Mitglieder zu M. 16.—	M.	4800.—
400 Mitglieder zu M. 48.—	„	19200.—
Sonderbeiträge, Zinsen usw.	„	5000.—
Summe:	M.	29000.—

Ausgaben:

Inventar	M.	500.—
Gehälter	„	7000.—
Geschäftsunkosten	„	10500.—
Laboratoriumsversuche	„	2000.—
Verbandszeitschrift	„	9000.—
Summe:	M.	29000.—

Zu Punkt 5 der Tagesordnung: Infolge Ablaufs der Wahlzeit scheiden aus dem Gesamtausschusse folgende Herren aus:

Professor Paul Krainer, Berlin-Halensee;
Oberbaurat Nagel, Wirtschaftsministerium, Braunschweig;
Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing. h. c. Ernst Reichel, Berlin-Charlottenburg;
Direktor Dr.-Ing. H. Wallem, Berlin-Siemensstadt;
Oberbaudirektor Zell, München.

Die Genannten werden sämtlich von der Versammlung einstimmig wiedergewählt.

Ferner werden neu dem Gesamtausschusse zugewählt die Herren:

Kommerzienrat Leopold Krawinkel, Vorsteher der Aggertalsperrengenossenschaft, Vollmerhausen;
Direktor Dr. Robert Haas, Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Badisch-Rheinfelden;
Geheimrat Jordan als Vertreter des Bayerischen Industriellen-Verbandes, Kolbermoor, Oberbayern.

Zu Punkt 6 der Tagesordnung wird das Wort nicht ergriffen.

Dem geschäftlichen Teil folgt im Plenarsaal des Reichswirtschaftsrats bei gutem Besuch seitens der Behörden und auch der auswärtigen Interessenten ein Lichtbildervortrag des Herrn Professor Heiser (Dresden) über „Den Ausbau der Wasserwirtschaft im Harze."

Der Vortrag wird in den nächsten Nummern der Verbandszeitschrift ausführlich wiedergegeben werden.

Berlin-Halensee, den 25. April 1927.

Für die Richtigkeit:

Der 1. Vorsitzende
I. V.: gez. Ernst Reichel,
Geh. Regierungsrat u. Professor

Der Geschäftsführer
gez. Lippert,
Regierungsbaurat.

(W. 155.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 11 — 1. JUNI — 1927

Aus dem Inhalt: Die Sanierung des östlichen Rheinisch-Westfälischen Industriegebietes. / Wasserkraft und Stickstoffgewinnung. / Das Wasserversorgungswesen in Holland. / Rundschau: Energiewirtschaft. / Wasserkraft und Kohle. / Staatshilfe für den Aufbau der französischen Wasserkraftversorgung. / Bahnelektrisierung. / Bahnelektrisierung in Oesterreich. / Bau der Süd-West-Harz-Talsperre. / Große Elektrisierungspläne in Japan. / Zeitschriftenschau. / Buchbesprechungen: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen. / Zugang an Mitgliedern.

Die Sanierung des östlichen rheinisch-westfälischen Industriegebietes.

Von Regierungsbaumeister a. D. Drape.

Das rheinisch-westfälische Industriegebiet wird von drei Flußläufen durchzogen, die für das Gebiet eine große Bedeutung haben. Es sind in der Reihenfolge von Norden nach Süden die Lippe, die Emscher und die Ruhr, die etwa gleichlaufend von Osten nach Westen dem Rhein zuströmen. Während die Ruhr der große Trinkwasserversorger des Industriegebietes ist, dessen Wasserhaushalt durch Talsperren geregelt wird, ist die Emscher ein reiner Abwasserlauf. Durch ein Sondergesetz vom Jahre 1903 ist aus den Stadt- und Landkreisen des gesamten Emschergebietes die Emschergenossenschaft gebildet, deren Aufgabe es ist, die Emscher kanalmäßig auszubauen, die Vorflut im ganzen Gebiet für die Städte und Industriewerke herzustellen und Kläranlagen zu errichten und zu betreiben.

Die Arbeiten der Emschergenossenschaft sind in verschiedenen Aufsätzen bereits beschrieben.[1])

Durch die Ausdehnung des Bergbaues und der Industrie nach Norden ist eine starke Verschmutzung der Lippe und ihrer Nebenläufe zu erwarten. Durch ein Sondergesetz vom 22. Januar 1926 (Pr. Ges.-Samml. 1926, S. 13) ist deshalb auch das Niederschlagsgebiet der Lippe von Lippborg abwärts bis zum Rhein zu einem Verband — dem Lippeverband — nach dem Muster der Emschergenossenschaft zusammengeschlossen.

Die Vorarbeiten für das sogenannte Lippegesetz begannen bereits vor dem Kriege. Damals schon war einer der größten Nebenbäche der Lippe, die Seseke, so stark verunreinigt, daß sie der Emscher wenig nachstand. Um eine Ausdehnung der Schäden zu verhüten, konnte nicht die Fertigstellung der Vorarbeiten für die Sanierung des ganzen Lippegebietes abgewartet werden. Es wurde vielmehr für das Niederschlagsgebiet der Seseke, durch Gesetz vom 5. Juni 1913 (Pr. Ges.-Samml., S. 329) die Sesekegenossenschaft gegründet, die dieselben Aufgaben in dem Niederschlagsgebiet der Seseke zu erfüllen hat, die bereits im benachbarten Emschergebiet zum größten Teil geleistet sind. Nach Inkrafttreten des Lippegesetzes wird die Sesekegenossenschaft nicht mehr als Sonderverband bestehen, da sie alsdann in dem Lippeverband aufgeht. Sie hat aber bereits ein gutes Stück Arbeit für die Sanierung des östlichen Industriegebietes geleistet, das nachstehend beschrieben werden soll.

Das Niederschlagsgebiet der Seseke, Abb. 1, ist das Gebiet östlich von Dortmund bis nahe an die Stadtgrenze von Hamm. Es hat eine Größe von 312 qkm, das ist etwa halb so groß wie das benachbarte Emschergebiet.

Obwohl das Gebiet noch zum größten Teil landwirtschaftlichen Charakter hat, ist es doch ein ausgesprochener Industriebezirk. Von den 12 Schachtanlagen, die in der Hauptsache der Harpener Bergbau-Akt.-Ges., der Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., den Klöckner Werken und dem Eisen- und Stahlwerk Hösch gehören, sind die ältesten bereits in den Jahren 1850 bis 1860 abgeteuft. Mit dem Einzug der Bergwerke beginnen auch die Klagen über die Verunreinigung der das Gebiet durch-

[1]) Helbing: 25 Jahre Emschergenossenschaft. Selbstverlag der Emschergenossenschaft.

Digitized by Google

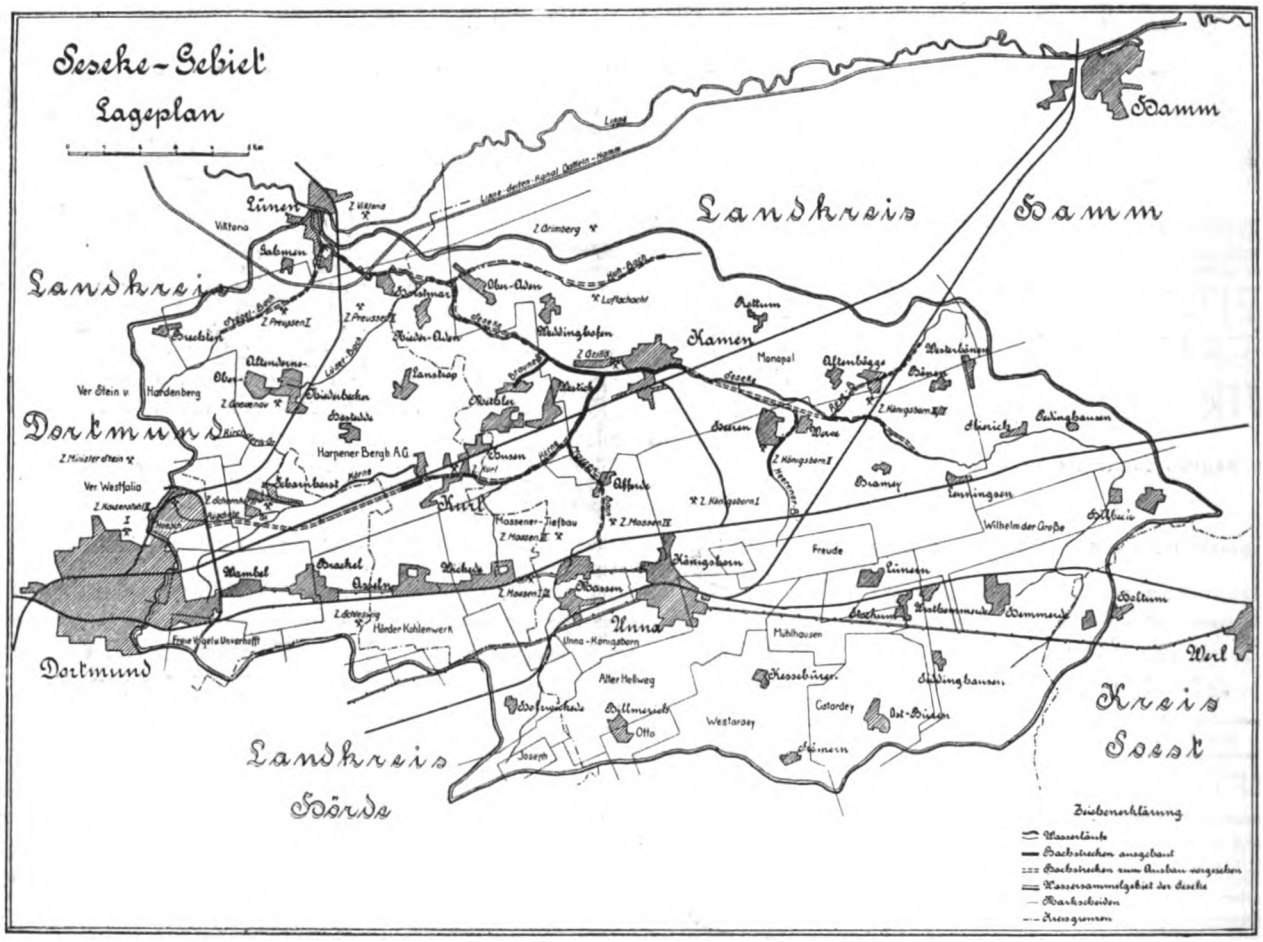


Abb. 1. Das Niederschlagsgebiet der Seseke.

fließenden Bachläufe, und es wurde den Zechen eine Zeitlang die Reinigung der Bachläufe auferlegt.

Einen erheblichen Umfang nahm die Verschmutzung der Bäche an, als durch die Anlage von Kokereien eine Erzeugung von Nebenprodukten eingeführt war, deren Abwässer eine völlige Verseuchung des Bachwassers für menschliche und tierische Genußzwecke herbeiführte. In der Hauptsache wurden die Landwirte durch diese Verschmutzung geschädigt, die das Bachwasser vielfach zu Tränkzwecken für ihr Vieh und zum Berieseln der Wiesen benutzten. Die Zechen mußten vielfach Tränkanlagen anlegen lassen und für die Entziehung der Rieselmöglichkeit hohe Entschädigungen zahlen.

Bei weiter fortschreitendem Bergbau machte sich die ungünstige Einwirkung der Herausnahme der Kohle aus dem Erdinnern auch bald auf der Oberfläche bemerkbar. Bekanntlich werden die Hohlräume, die bei Gewinnung eines Kohlenflözes entstehen, durch sogenannten Bergeversatz meist mit altem Haldenmaterial wieder ausgefüllt. Trotzdem läßt sich ein Zusammendrücken der ganzen über dem Flöz liegenden Schichten nicht verhindern. Auf der Erdoberfläche entstehen auf diese Weise Senkungsmulden, die sich mit Grundwasser füllen. Derartige Bodensenkungssümpfe finden sich in mehr oder weniger großem Umfang im ganzen Industriegebiet, und es werden weite Landflächen der Bewirtschaftung entzogen. Besonders gefährlich wird es, wenn die Senkungen — wie es vielfach der Fall ist — zu den besiedelten Gegenden vorschreiten. Die Keller der Häuser sind alsdann ständig mit Wasser gefüllt bzw. müssen durch Pumpenanlagen freigehalten werden, ja viele Häuser können in regenreichen Zeiten nur durch Notstege erreicht werden. (Abb. 2.)

Diese Senkungsgebiete sind in großem Umfange im Sesekegebiet vorhanden, hauptsächlich das Gebiet östlich von Dortmund leidet erheblich unter Vorflutstörungen durch den Bergbau. Die Kanäle eines großen Teiles der Stadt Dortmund sind durch den Bergbau gestört, das Abwasser kann nicht mehr auf natürlichem Wege abfließen und muß durch ein Pumpwerk gehoben werden. In den Grubenfeldern zweier beieinander liegenden Zechen stehen etwa 1500 Morgen Wiese, Acker und Waldflächen unter Wasser. Bei Hochwasser dringt das Wasser infolge der ungünstigen Höhenlage des Geländes bereits in die Zeche selbst ein. (Abb. 3.)

Die Seseke, die das ganze Gebiet in ost-westlicher Richtung durchfließt und bei Lünen in die Lippe mündet, hat eine verhältnismäßig kleine Niedrigwassermenge. Sie beträgt an der Einmündung ihres größten Nebenlaufes, der Körne, 400 l/sec. Die Körne führt etwa die gleiche Wassermenge und an der Mündung der Seseke in die Lippe kommen bei NW etwa 1000 l/sec zum Abfluß. Bei größeren Niederschlägen schwellen die Bachläufe aber in kurzer Zeit ganz außerordentlich stark an und führen ein Hochwasser von etwa 100 cbm/sec in die Lippe ein.

Die erste Aufgabe der Genossenschaft mußte sein, diese Hochfluten unschädlich abzuführen und dabei die oben beschriebenen Senkungsgebiete von dem Wasser zu befreien. Da die größten Schäden im oberen Bachgebiet der Seseke und der Körne lagen, suchte man nach einem Weg, zuerst diesen Gebieten Hilfe zu bringen. Ein Ausbau der Seseke von der Mündung bei Lünen aufwärts würde viele Jahre erfordert haben und war auch in den Jahren des wirtschaftlichen Niedergangs zu kostspielig.

Das in der Seseke und Körne vorhandene schwache Gefälle

Digitized by Google

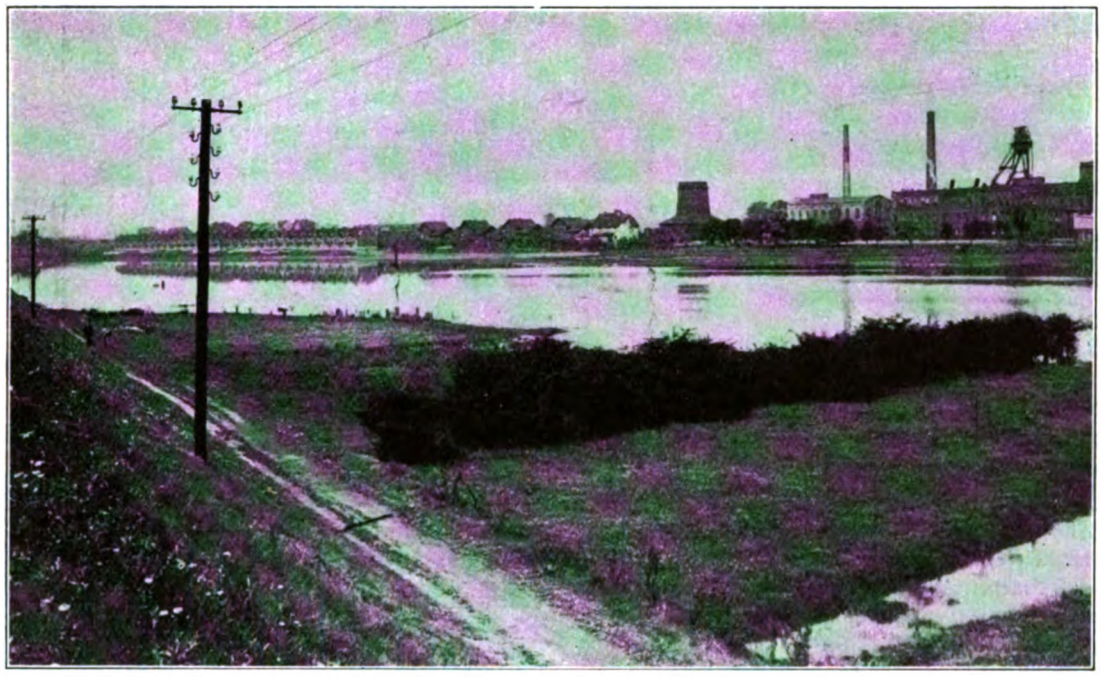


Abb. 2. Bodensenkungsgebiet der Zeche Scharnhorst bei Dortmund.

wurde nun durch eine Anzahl Mühlenstaue, die je ein Mahlgefälle von 2—3 m hatten, vollkommen aufgezehrt. Vor Beginn der Bauarbeiten wurde die Staugerechtsame dieser Mühlen — es waren 6 an der Seseke und 2 an der Körne — von der Sesekegenossenschaft aufgekauft und der gewonnene Stau für den Ausbau nutzbar gemacht.

Durch die Beseitigung des beweglichen Teiles der Stauwehre der Mühlen würde zwar für das Niedrig- und Mittelwasser der Seseke und Körne ein günstigerer Abfluß geschaffen werden, zur Beseitigung der Hochwassergefahr und besonders zur Trockenlegung der Bodensenkungsgebiete war aber eine Tieferlegung der Sohle und die Herstellung eines größeren Bachbettes erforderlich.

Das neue Bachbett mußte neben der Hochwasserabführung auch imstande sein, das Schmutzwasser der Bachläufe schnell und ohne Belästigung für die Anlieger abzuführen. Da bei dem geringen Höhenunterschied von der Einmündung der Seseke in die Lippe bis zum Sesekeoberlauf nur ein Gefälle von durchschnittlich 1 : 1500 zu gewinnen war, mußten die Bachläufe, um Schlammablagerungen zu vermeiden, nach Kanalisationsgrundsätzen ausgebaut werden, das heißt, sie mußten zur Vermeidung großer Reibung eine glatte Sohle und glatte Wandung erhalten, wobei das untere Profil zur geschlossenen Abführung des Niedrigwassers möglichst eng gehalten werden mußte. (Abb. 4.)

Im Emschergebiet sind die Bachläufe durchweg mit Betonsohlschalen ausgekleidet; die Emscher selbst, die zur Abführung der großen Wassermenge eine breite Sohle erforderte, ist mit einer Steinpacklage befestigt. Bei diesem Profil setzt sich an die Böschung 1 : 2 leicht Schlamm und Kohlenreste an, wodurch das Profil erheblich eingeengt wird, allmählich aber einen Beharrungszustand annimmt. Siehe Skizze Abb. 5.

Das so entstandene natürliche Profil ist bei der Herstellung des neuen Sesekebettes benutzt, und es ist teilweise aus Beton und aus Ziegelmauerwerk das nachstehend abgebildete Profil geschaffen. (Abb. 6.)

Für geringere Wassermengen ist die Sohle zusammengezogen, und es ist eine engere Form ausgebildet. (Abb. 7.)

Dies steile Profil ist nur an den Stellen ausgeführt, die mit Sicherheit von Bodensenkungen nicht berührt werden, weil eine Hebung der Sohle, die bei Sohlschalen mit gutem Erfolge durchgeführt ist, bei dem Mauerwerksprofil nicht möglich ist. Die Profile stehen jetzt teilweise schon 4—5 Jahre und haben sich gut bewährt. Man fürchtete zunächst im ungünstigen Untergrund ein Eindrücken der Seitenwandungen und hat deshalb in erster Linie für eine gute Entwässerung der Hinterfüllung gesorgt. Hinter die Ziegelschicht ist eine Schicht poröser Schlacke lose eingefüllt, die das Wasser zu den im Mauerwerk gelassenen Drainagelöchern führt. Außerdem sind im Mauerwerk Fugen in je 1 m Entfernung angeordnet, die eine Entwässerung begünstigen und außerdem eine Bewegungsfreiheit gegen benachbarte Mauerwerksteile gestatten. Auf der ausgebauten Strecke von 10 km Länge ist ein Einrutschen der Seitenwandungen bisher nur an einer kleinen Stelle, an der kurz nach Fertigstellung des Profils durch ein starkes Hochwasser die frischen Böschungen abrutschten und dabei das Mauerwerk umwarfen, beobachtet. Die Wirkung des engen Profils auf den Wasserabfluß konnte noch nicht einwandfrei festgelegt werden, weil die ausgebaute Strecke noch im Rückstau liegt.

Die Sesekegenossenschaft hatte die Absicht, in der Nachkriegszeit mit dem Ausbau der Seseke von der Mündung an zu

Abb. 3. Die Zeche Kurl (Harpener Bergbau-A.-G.) bei Hochwasser.

Digitized by Google

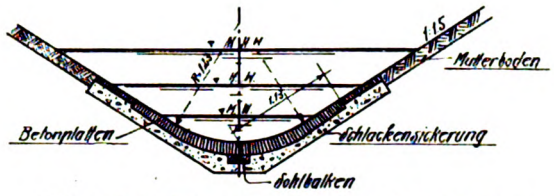


Abb. 4. Querschnitt eines mit Betonschalen ausgelegten offenen Abwasserkanals.

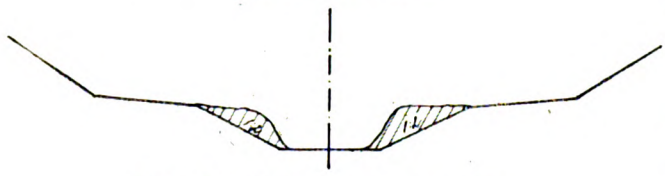


Abb. 5. Verschlammter Emscherquerschnitt.

beginnen, zugleich aber auch weitere Lose des rund 35 km langen Laufes in Angriff zu nehmen. Diese Arbeitsweise hätte erhebliche Geldmittel erfordert, die in der Zeit des wirtschaftlichen Niedergangs nicht zur Verfügung standen. Infolgedessen entschloß man sich zunächst, den am meisten gefährdeten Gebieten, die an der oberen Körne lagen, Hilfe zu bringen und die Stadt Kamen von den Ueberflutungen zu befreien. Durch Beseitigung eines Mühlenstaues unterhalb von Kamen konnte ein Gefälle von 2,40 gewonnen werden, das man zu einer Absenkung der Sohle des neuen Bachbettes und zu einem Ausbau auf 12 km Länge ausnutzen konnte. Durch Beseitigung zweier weiterer Mühlenstaue erreichte man eine Absenkung der Körnesohle in der Nähe von Dortmund um etwa 6 m, ein Maß, das für die Entwässerung später etwa noch absinkender Gebiete vorgesehen war.

Die Bodenschichten, die bei den Bauarbeiten durchschnitten wurden, waren sehr wechselnd. Im allgemeinen fand man bei den Probebohrungen unter dem Mutterboden eine Schicht von gelblich-grauem Lehm oder Ton, der nach unten hin sandig wurde und allmählich in mergelähnlichen Boden überging. Der feste Mergel wurde in sehr verschiedener Tiefe angetroffen, meist lag er aber unter der neuen Sohle, so daß man in den weichen Schichten, die häufig infolge des hohen Grundwasserstandes fließend waren, bauen mußte.

Die Bauarbeiten an der Seseke wurden bei der Hilsingsmühle im Frühjahr des Jahres 1921 aufgenommen, ein Jahr später (Mai 1922) begannen zwei Firmen gleichzeitig mit dem ersten und zweiten Los der Körne. Zu fördern waren im unteren Los 176 000 m³, in den Körne-Losen 320 000 resp. 470 000 m³ Boden. Als Arbeitszeit war gerechnet für das untere Los 1½ Jahre und für jedes der beiden oberen Lose 2—2½ Jahre, so daß die Arbeit unter normalen Verhältnissen am Schluß des Jahres 1924 hätte beendet sein müssen. Aber ein widriges Geschick verband sich mit den andern, um den Fortschritt der Arbeit zu hindern. Die allgemeinen wirtschaftlichen Nöte, die durch die Inflation hervorgerufen wurden, machten verschiedentlich völliges Einstellen der Arbeit und die Entlassung aller Arbeiter nötig. Wenn es dann gelungen war, wieder Geldmittel flüssig zu machen, mußten diese durch Kürzung der Arbeitszeit usw. gestreckt werden, um die kostspielige Außerbetriebsetzung der Baustellen zu verhindern. Dann setzten die damals üblichen wilden Streiks ein, die gerade bei den Erwerbslosen, mit denen gearbeitet werden mußte, beliebt waren, und mehr als einmal mußte die Bauleitung den damals so beliebten Galgen mit der Strohpuppe von der Baustelle gewaltsam entfernen lassen. Als diese Zeit glücklich überwunden war, kam die Besetzung des Gebietes durch die Franzosen, die Sperre ging direkt durch das dritte Los der Körneregulierung und trennte die Bauleitung oft auf Wochen und Monate von den Arbeiten.

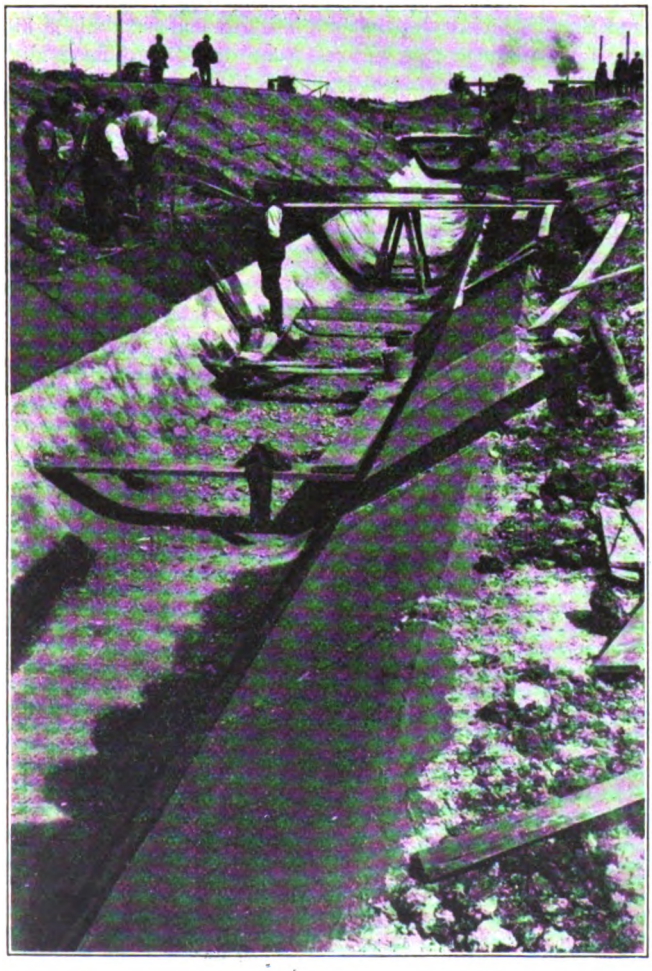


Abb. 6. Neues Sesekebett. Befestigung der Sohle und Böschungen aus Beton.

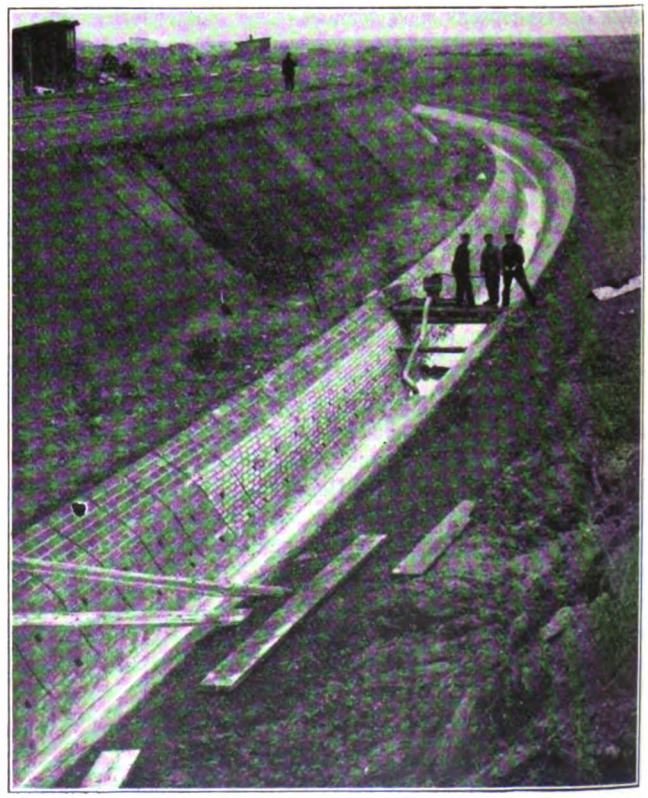


Abb. 7. Offener Abwasserlauf aus Ziegelsteinen.

Digitized by Google

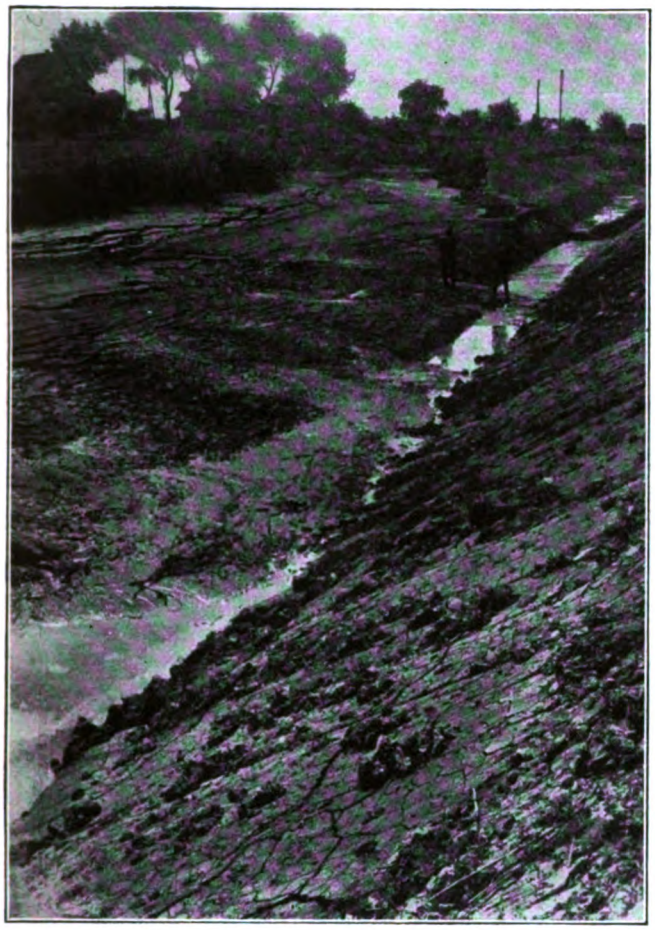


Abb. 8. Alter, durch Kohlenstaub verschlammter Sesekelauf.

Auf diese Weise wurden die Hauptarbeiten bis Ende 1926 verzögert, nachdem sich in dem letzten regenreichen Jahre auch noch die Elemente gegen die Arbeiten gewendet hatten und die Baustelle mehrere Male völlig unter Wasser gesetzt wurde.

In allen drei Losen wurde der Boden mit Eimerbaggern und der untere Teil des Profils mit einem Greifer gefördert. Eine Firma benutzte einen sogenannten F-Bagger, der eine Eimerleiter von 6 m und einen Heizkessel von 15 m² Heizfläche hatte, während die beiden anderen Firmen C-Bagger hatten, die bis zu einer Tiefe von 8 m baggern konnten. Die Durchschnittsleistung der Bagger läßt sich nur nach den Ergebnissen des letzten Jahres beurteilen. Der F-Bagger erreichte bei einer Spitzenleistung von 51 m³ einen Durchschnitt von 40 m³/Stunde, während der C-Bagger bei dem ungünstigen Kippbetrieb durchschnittlich 44 m³ leistete und erst, als man ihn von der Kippe unabhängig gemacht hatte, eine Höchstleistung von 72 m³ erreichte. Dabei hatte das Profil im unteren Lose (F-Bagger) etwa 30—40 m³/lfm, während es im oberen Lose (C-Bagger) bis zu 100 m³/lfm stieg.

Die Trace der neuen Bachläufe verlief aus zwingenden Gründen häufig in der Achse des alten Baches; an anderen Stellen kreuzte die neue Linie den alten Bach, um Krümmungen abzuschneiden. Diese Stellen im alten Bach waren besonders schwierig auszubauen. Der alte Lauf war verhältnismäßig breit (s. Abb. 8), bis zum Rande mit Kohlenschlamm gefüllt, der den Bagger nicht tragen konnte; infolgedessen mußte der ganze alte Lauf erst mit Boden verfüllt und der leichte Schlamm herausgedrückt werden, bevor man das neue Profil einschneiden konnte.

Bei den normalen Bodenschichten machte die Herstellung des Profils keine Schwierigkeiten, sobald man das Grundwasser abführen oder abpumpen und die Baugrube trocken halten konnte. Bei den oberen 10 km Bachlauf war aber diese Arbeitsmethode nicht möglich. Das Grundwasser stand hier als Folge der Bodensenkungen sehr hoch und hatte die Bodenschichten „fließend" gemacht. Der Einbau von Kanälen oder offenen Bachläufen in den sogenannten „Fließsand" ist eine überaus schwierige Aufgabe, für die es schon aus dem Grunde kein allgemeines Rezept gibt, weil der „Fließ" je nach den Bodenarten sehr verschieden sein kann. Oft ist der Sand so fein, daß er mit dem Wasser durch die Pumpen abgeht und selbst durch Siebe nicht zurückgehalten werden kann, oft werden die Siebe durch den Sand so verstopft, daß kein Wasser hindurchgeht.

In anderen Fällen gibt der Boden das Wasser nur sehr schwer ab, man muß also die Baugrube nur immer auf ganz kurze Strecken entwässern und die Sohlenbefestigung dann so schnell wie möglich einbringen.

Bei geschlossenen Kanälen kommt man nur in den wenigsten Fällen mit einfachem Aussteifen der Baugrube aus, man muß meist Spundwände schlagen und zwischen diesen die Rohrleitungen verlegen. Bei offenen Bachläufen sind die an sich teuren Spundwände ein recht unangenehmes Hilfsmittel, weil das Wasser der Böschungen von ihnen festgehalten und damit der Zweck eines tiefen Einschnittes der Bachläufe verhindert wird. Wenn dann später die meist erforderlichen Aussteifungen zwischen den Spundwänden fortgenommen werden, so wird das geschaffene Profil leicht zusammengedrückt.

Bei dem Ausbau der oberen Körne war die Fließschicht des ton- und lehmhaltigen Bodens so stark, daß alle bisher beschriebenen Mittel für den Ausbau versagten. Bei den Probebohrungen war unter der Lehmschicht in 10 m Tiefe eine Kiesschicht von etwa 10—20 cm Mächtigkeit angetroffen, die starke Wassermengen führte. Als man durch eine Pumpe dieser Schicht das Wasser entzog, trocknete der Boden verhältnismäßig gut ab. Es wurde deshalb auf der ganzen oberen Strecke der Körne von 6 km Länge eine Grundwasserabsenkung in der Weise vorgenommen, daß man in einer Entfernung von 10 m — die durch Versuche festgelegt war — Bohrbrunnen von 30 cm Durchmesser in 7 m Tiefe herabtrieb, in das Mantelrohr ein Pumpenrohr von 100 mm herabließ und dies mit einem Filternetz umgab, das mit feinem Kies ausgefüllt wurde. Das Saugrohr wurde an eine horizontale Saugleitung angeschlossen, die durch Zentrifugalpumpen in je 250 m Entfernung betrieben wurden. Der Boden gab bei den gewählten Abmessungen das Wasser verhältnismäßig gut ab, nur mußten die Filter häufig gereinigt werden, da sie sich leicht zusetzten. Im Schutze dieser Grundwasserabsenkung wurden die Sohlschalen eingebracht, unter die in dem immer noch sehr weichen Boden eine starke Schlackeschicht gepackt wurde. (Abb. 9.)

Das Baggergut wurde in Kiploren zu einer Kippe transportiert und bis zu 4 m Höhe angeschüttet. Eine derartige Kippe beeinflußt bei weichem, wasserhaltigem Boden den Arbeitsfortgang außerordentlich stark. Das Austrocknen des Baggergutes nimmt geraume Zeit in Anspruch, während der die Kippe nicht befahrbar ist; um einen Stillstand des Baggers zu vermeiden, ist von vornherein die Anlage mehrerer Kippen oder zum mindesten das Vorstrecken mehrerer Kippgleise notwendig.

Da trotz aller Vorsichtsmaßnahmen der Kippbetrieb den Bau stark verzögerte, wurde im oberen Teil des Baues ein Spülen des Bodens versucht, da dort eine große Bodensenkungsmulde als Spülfläche zur Verfügung stand, aus der man gleichzeitig das Spülwasser entnehmen konnte.

Neben einem Maschinenhaus war ein Spültrog von 10 m Länge, 3 m Breite und 2,3 m Tiefe zwischen Spundwänden in

Digitized by Google

Abb. 9. Verlegen der Betonsohlschalen im Schutze der Grundwasserabsenkung.

den Boden eingelassen, in welchen das Baggergut durch Loren eingebracht wurde. In dem Maschinenhaus waren drei elektrisch betriebene Zentrifugalpumpen montiert. (Abb. 10.)

1. eine Zusatzwasserpumpe von 17 m³/min. Leistung, die das zur Verdünnung des Bodens erforderliche Wasser dem Senkungssumpf entnimmt und dem Spültrog durch zwei Stutzen, die mittels zweier Kniegelenke so beweglich sind, daß sie die ganze Bodenfläche desselben bestreichen können, zuführt;
2. eine Materialförderpumpe mit Saug- und Druckstutzen von je 350 mm Durchmesser, 20 m³/min. Leistung, und
3. eine Spaltwasserpumpe von 150 mm Durchmesser, die die Aufgabe hat, die Materialförderpumpe unter stetem Druck rein zu spülen, die Kippwagen auszuspritzen und die Zusatzwasserpumpe zu füllen.

Das Baggergut wird durch das Saugrohr aus dem Spültrog angesaugt und durch eine Druckleitung in das Spülfeld gedrückt. Zur Verdünnung von 1 m³ Boden waren etwa 20 m³ Wasser erforderlich, eine ziemlich erhebliche Menge, die durch die Zähigkeit des Baggermaterials bedingt war. Die Leistung der Anlage war im Tag etwa 25 000 m³ verdünntes Material, d. h. rund 1400 m³ fester Boden.

Die Bedienung der ganzen Anlage geschah durch drei Mann; der Betrieb hat während der Bauzeit keine Störung erlitten, es sind in der Zeit vom Mai bis Oktober 160 000 m³ Boden gespült, mit denen eine gesunkene Fläche von etwa 60 Morgen Größe aufgehöht und in Nutzlast verwandelt ist. (Abb. 11.)

Die vorstehend beschriebenen Arbeiten waren den Firmen Frühling (Braunschweig), Arold (Cassel) und Grün & Bilfinger (Mannheim) übertragen. Daneben hatte die letztgenannte Firma noch durch besonderen Auftrag einen Durchlaß von 25 m² Größe unter den Schnellzugsgleisen der Köln-Mindener Eisenbahn herzustellen. Die Gründung des Bauwerkes erforderte besondere Sorgfalt, weil sie im Fließsand erfolgen mußte. Durch eine

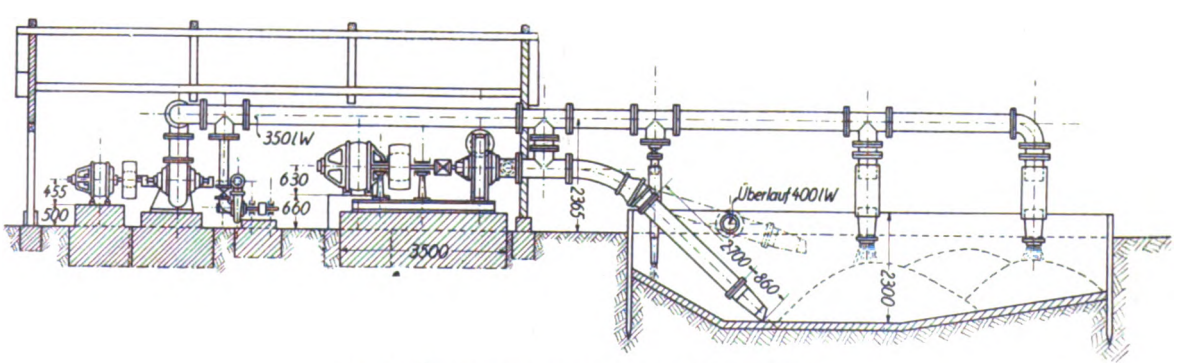


Abb. 10. Maschinenanlage zum Spülen des Baggerbodens.

Digitized by Google

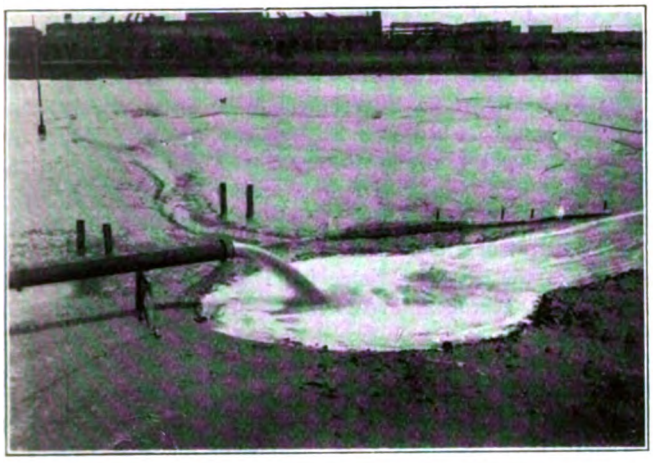


Abb. 11. Aufspülen des Baggergutes auf eine abgesunkene Landfläche.

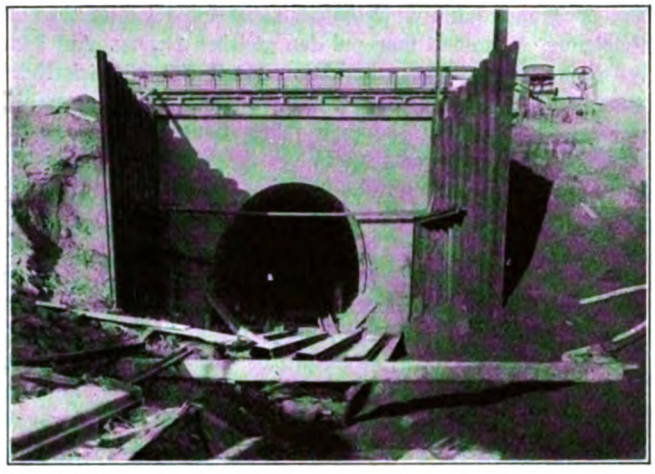


Abb. 12. Eisenbahndurchlaß aus Eisenbeton, Flügel aus eisernen Spundwänden.

eiserne Spundwand (System Larssen) von 12 m Länge, die unter mehrmaliger Verlegung der Schnellzugsgleise stückweise gerammt werden mußte, wurde die Baugrube bis in den festen Mergel hinein dicht umschlossen. Da alles darauf ankam, schnell mit dem Bauwerk fertig zu werden und Beanspruchungen schon nach kurzer Zeit zuzulassen, wurde zu dem Eisenbeton Edelzement benutzt, der bei dem Mischungsverhältnis 1 : 5 in sieben Tagen dieselbe Festigkeit erreichte, die Normalzement in zwanzig Tagen hat. Der Beton des normal ausgebildeten Eisenbetonbauwerks wurde teils gegossen, teils gestampft. Als Flügel für das Bauwerk sind die Larssenspundwände stehen geblieben, die mit einem starken Rostschutzanstrich versehen wurden und auf der Vorderseite mit einer dünnen Eisenbetonschicht verkleidet sind. Die sorgfältige Herstellung dieses Bauwerks durch die Firma Grün & Bilfinger bei voller Aufrechterhaltung des Schnellzugsverkehrs verdient besonders hervorgehoben zu werden. (Abb. 12.)

Mit dem Ausbau der Körne hat die Sesekegenossenschaft einen wichtigen Abschnitt ihres Bauprogramms erledigt. Der ganze westliche Teil des Niederschlagsgebietes hat nun Vorflut sowohl für das Niederschlagswasser, wie auch zur Abführung der Abwässer der Zechen und der Kanalisation des Ostteiles von Dortmund. Etwa 15 000 Morgen Wald und Wiesenflächen sind vor Versumpfung gerettet.

Weitere wichtige Aufgaben harren noch der Erfüllung, so hauptsächlich die Verlegung der Sesekemündung bei Lünen und der Ausbau der Seseke selbst und vieler Nebenbäche, Aufgaben von einem solchen Umfang, daß auch in dem neuen Lippeverband das Sesekegebiet zunächst noch das wichtigste Arbeitsfeld bleiben wird. (W. 127.)

Wasserkraft und Stickstoffgewinnung.

Von Zivilingenieur Hallinger, München.

Zur Herstellung von Stickstoff über den elektrolytischen Wasserstoffes kommt Wasserkraft in Frage. Große Mengen Wasserstoff werden zur Synthese verbraucht, billigen Wasserkräften eröffnet daher der Wasserstoff neue Verwertungsmöglichkeiten. Für die Wasserstoffgewinnung sind folgende drei verschiedene Verfahren[1]) praktisch erprobt:

1. Die Wasserstoffherstellung aus Koks und Wasserdampf nach dem Kontaktverfahren, das in riesigem Umfange von der Badischen Anilin- und Sodafabrik angewendet wird,
2. die Gewinnung des Wasserstoffes nach den Bamagverfahren oder aus den Gasen der Kokereibetriebe und dgl.
3. die Zersetzung des Wassers bei der Elektrolyse.

Wie sich die Stickstofferzeugung im Laufe der Jahre gegen das Ammoniaksynthese-Verfahren hin verschoben hat, zeigt nachfolgende Aufstellung der Jahresproduktion einzelner Verfahren:

	1910	1913	1917	1920	1923
Lichtbogenverfahren	5000	14 000	35 000	30 000	36 000
Kalkstickstoffverfahren	5000	34 000	230 000	130 000	140 000
Ammoniaksynthese	—	7 000	110 000	295 000	320 000
	10 000	55 000	375 000	455 000	496 000

Für die Wasserkraft kommt das letztere Verfahren, die Ammoniaksynthese, in Frage. Der Arbeitsprozeß führt zu elektrolytischem Wasserstoff, der den Vorteil hat, daß er mit einer Reinheit von 100% hergestellt werden kann, während nach den anderen Verfahren Reinheiten von 99,5 und 99,7 erreicht werden. Diese an sich geringe Verunreinigung ist im praktischen Betrieb von Bedeutung. Wird beispielsweise pro Sekunde 1 m³ Wasserstoff mit 99,5% Reinheit hergestellt, so beträgt die Verunreinigung 120 m³ in 24 Stunden. Diese Verunreinigungen (hauptsächlich Kohlenstoffverbindungen) wirken verschlechternd auf die Katalysatoren und verhindern die Reaktionsgeschwindigkeit. Der elektrolytisch reine Wasserstoff kommt aber nicht nur rein und mit kleinerer Reaktionstemperatur und mit kleinerem Reaktionsdruck aus, sondern steigert auch noch die Ausbeute. In Fachkreisen wird deshalb elektrolytisch hergestellter Wasserstoff um 20—25% höher eingeschätzt als der katalytische und gereinigte Wasserstoff. Seine Vorteile und eine Vereinfachung und Verbilligung der Anlagekosten elektrolytischer Wasserstofferzeuger haben dem elektrolytischen Wasserstoff den Weg zur Ammoniaksynthese eröffnet und brachliegenden Wasserkräften ein neues Arbeitsfeld geschaffen.

Der Stromverbrauch moderner Wasserstoffzellen schwankt je nach Belastung zwischen 4,5 und 5,5 kWh. Es ist daher die Wirtschaftlichkeit dieses Arbeitsprozesses gewährleistet, sobald Wasserkraftenergie mit 1,0 bis 1,5 Pfg./kWh hergetellt und geliefert werden kann. Bei einer Verzinsung von 6,5% und bei einer Tilgung von 2,45% (Tilgungssatz für 20 Jahre) schwankt der Preis für 1 m³ Wasserstoff je nach Zellenbelastung und je nach Strompreis zwischen 5 und 8 Pfg. Wasserstoff

[1]) Vgl. auch „Wasserkraft Jahrbuch" 1925/26, S. 65 und S. 381.

Digitized by Google

aus Zechengas kann wohl billiger sein, rechnet man aber die Reinigung, so kommt man auf den gleichen Betrag. Auf katalytischem Wege hergestellter Wasserstoff einschließlich Reinigung ist bei den heutigen Kohlenpreisen höher. Bei Wasserstoffelektrolyse fällt auch chemisch reiner Sauerstoff an, der bei Verbrennung von Ammoniaks zu Salpetersäure oder für andere Prozesse verwendet werden kann und verbilligend auf den Kubikmeterpreis des elektrolytischen Wasserstoffes wirkt.

Die Gewinnung des elektrolytischen Wasserstoffes zur Ammoniaksynthese ist die eleganteste Lösung[2]) des ganzen Prozesses, wobei der für die Synthese benötigte reine Wasserstoff in einem einzigen Arbeitsprozeß aus dem Elektrolyseur hervorgeht. Geringer Platzbedarf, selbsttätiger Verlauf, völlige Freiheit von Hilfsstoffen und einfache Apparatur zeichnen die Elektrolyse aus.

Wenn es bis in die jüngste Zeit herein als zweifelhaft galt, ob elektrolytischer Wasserstoff mit dem aus Kohle gewonnenen in Wettbewerb treten kann, so ist das in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß der Stromverbrauch noch wesentlich höher war, als heute, und daß die Apparatur großen Unterhalt erforderte, der heute nahezu vollständig wegfällt. Wir sehen also, daß die Entwicklung den Vorsprung, den Wasserstoff aus Koks und Kohle innehatte, mit dem elektrolytischen Wasserstoff eingeholt hat. In Norwegen ebenso wie in Schweden kommt für geplante Neuanlagen zur Stickstoffgewinnung nur mehr elektrolytischer Wasserstoff in Frage. Die großen Versuchsanlagen am Niagara in Amerika werden mit elektrolytischem Wasserstoff betrieben. In Frankreich, das vollständig auf Zechengas eingestellt war, hat der elektrolytische Wasserstoff das Interesse an sich gerissen. Die neuen Großanlagen in Italien der Monte-Catine-Gesellschaft arbeiten mit elektrolytischem Wasserstoff, und in Kanada, Japan und Peru werden gleichfalls Stickstoffanlagen auf elektrolytischen Wasserstoff aufgebaut. In einer Broschüre von Schwarz, Goldschmidt & Co. „Die J. G. Farbenindustrie und ihre Bedeutung" wird erwartet, daß in Bayern gleichfalls Ammoniakfabriken unter Benutzung von Wasserkraft, also Werke mit elektrolytischem Wasserstoff, errichtet werden. Vom Umfang der dafür in Frage kommenden Kräfte bekommt man einen Begriff, wenn man überlegt, daß zur Herstellung von 100 000 Tonnen N (Reinstickstoff) 1,5 Milliarden kWh jährlich oder 250 000 bis 300 000 PS Wasserkraftdauerleistung erforderlich sind.

Bei Ammoniaksynthese sind für 1 kg Stickstoffgehalt 2,80 m³ Wasserstoff (H) und 0,90 m³ Stickstoff (N), der mittels Lindeanlagen oder sonstwie gewonnen wird, erforderlich. Für die Synthese bestehen verschiedene Verfahren, die teils frei und teils in festen Händen sind. Die Verfahren selbst unterscheiden sich der Hauptsache nach im Wärmeausgleich und in der zur Anwendung kommenden Kontaktmasse. Die einen arbeiten mit einem Betriebsdruck von unter 100 Atm., während andere 600 bis 800 Atm. und darüber zur Anwendung bringen. Der Kreislauf, der bisher patentiert war, ist frei und daher fast immer Regel. Die Ausscheidung des Ammoniaks in flüssigem Zustande an Stelle des Auswaschens in Wasser ist bei den neuen Verfahren vorherrschend. Hierin liegen große Vereinfachungen und eine wesentliche Verbilligung der Betriebskosten, die in der Hauptsache in der Zahl der zu beschäftigenden Arbeiter Ausdruck findet.

Die Anlagekosten neuer Werke mit neuesten Einrichtungen schwanken je nach den Kosten der Wasserkraft zwischen 2500 und 3500 M./to Jahresprodukt. Daraus sieht man schon, daß der Kapitaldienst den Hauptanteil der Stickstoffgestehungskosten ausmacht, der aber wegfällt, sobald die Tilgung in 20—25 Jahren vollzogen ist. Die Wasserkräfte verbilligen dann die Stickstoffkosten um 50—60%.

Die Kosten für 1 kg Stickstoffgehalt im fertig verarbeiteten Stickstoffdünger stellen sich bei Anlagen mit über 20 000 to jährlich und einem Strompreis von 1—1,5 Pfg./kWh zwischen 50 und 60 Pfg., worin Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals zu 6,0% bzw. 2,45%, ferner Abschreibung und Rückstellung mit inbegriffen sind. Für die Wasserstoffgewinnung über Koks werden 2 kg Kohle für 1 kg Stickstoff im Werte von 5 Pfg. gebraucht, Wasserkraft benötigt dagegen keine Kohle.[3])

In der Verbilligung liegt jedoch nicht der einzige Vorteil. Es kommt auch darauf an, daß das Geld für Stickstoffeinkauf nicht dem Lande entzogen wird. Das ergibt sich aus folgendem Beispiel:

1. Für 25 Millionen Mark bekommt man 30 000 to Stickstoff, für deren Einfuhr in 20 Jahren: $20 \cdot 25 = 500$ Millionen M. ausgegeben und der deutschen Wirtschaft entzogen werden. Sollen 30 000 to Stickstoff aus Wasserkräften hergestellt werden, so wäre zur Errichtung der Werke ein einmaliger Bauaufwand von 75—80 Millionen Mark erforderlich. Die Gestehungskosten der 30 000 to Stickstoff aus Wasserkraft belaufen sich (die Verzinsung und Tilgung mit eingerechnet) auf etwa 19,2 Millionen Mark jährlich und in 20 Jahren auf $20 \cdot 19\,200\,000 = 384$ Millionen Mark, d. i. um 116 Millionen Mark weniger, als bei Stickstoffeinfuhr, wobei die Werksanlagen, die in dieser Zeit vollständig schuldenfrei abgeschrieben werden, noch verbleiben.
2. Verzinsung und Tilgung des Kapitals und Zins 6% und Tilgung 2,45% auf 20 Jahre (zusammen rund 9%), beansprucht bei völliger Abschreibung in 20 Jahren:

$$\frac{75 \cdot 9 \cdot 20}{100} = 135 \text{ Millionen Mark,}$$

die als abwanderndes Kapital zu rechnen und den 500 Millionen Mark aus der Einfuhr gegenüberzustellen sind. (Die übrigen Gestehungskosten bleiben mit kleinen Ausnahmen im Lande). Im einen Falle wandern also in 20 Jahren 500 Millionen Mark und im anderen Falle bei Errichtung eigener Werke 135 Millionen Mark oder um rund 350 Millionen Mark weniger ab und verbleiben außerdem noch als Aktivum die abgeschriebenen und schuldenfreien Werke, die weiterhin arbeiten und Dienste leisten.

Aus vorstehender Ueberlegung ergibt sich ferner, daß der Kapitalsaufwand zur Errichtung solcher Werke auf Wasserkraft auf den Einfuhrwert bezogen die Hälfte des Aufwandes für Werke der Elektrizitätserzeugung beträgt. Wollte man 25 Millionen Mark an Kohleneinfuhr jährlich sparen, so müßte bei den heutigen Preisen eine Leistung für 1,5 Milliarden kWh jährlich ausgebaut werden, wozu ungefähr 150 Millionen Mark, also das Doppelte dessen aufzuwenden ist, was bei Stickstoffanlagen aufgewendet werden muß.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß die Verwendung von Wasserkräften zur Stickstoffgewinnung über Wasserstoffelektrolyse und Ammoniaksynthese zu den wirtschaftlichsten und lohnendsten Aufgaben der Gegenwart gehört. (W. 999)

[2]) Hierauf hat schon Dr. Joh. Heß auf der 22. Jahresversammlung des V. d. I. in München 1922 aufmerksam gemacht; vgl. diese Zeitschr. 1926, H. 23, S. 287.

[3]) Auf diese Fragen geht eine Schrift von Hallinger „Ergebnisse der Untersuchungen zur Frage: „Stickstoffgewinnung auf Wasserkraft an der unteren Isar", Mitteilung Nr. 16 der Unteren Isar A.G. vom März 1927, näher ein. — Sie verweist u. a. auf die bereits in dieser Zeitschrift, 1926, Heft 23, S. 287, erwähnte Errichtung einer Groß-Stickstoffanlage durch den preußischen Staat auf der Zeche Mont Cenis und auf eine weitere Anlage auf Zeche Shamrock der Hibernia und schließt daraus, daß — wenn Preußen unbeirrt um die bisherige Monopolstellung des Stickstoffsyndikates selbst den Gasüberschuß einer Zechen zur Stickstoffversorgung außer Syndikat ausnutzt — auch Bayern ohne Rücksicht auf andere Interessen den Ueberschuß seiner Wasserkräfte zur eigenen notwendigen Aufbesserung seines Stickstoffbedarfes ausnützen müsse. (Die Schriftleitung.)

Digitized by Google

Das Wasserversorgungswesen in Holland

Von F. A. Liefrinck, c. i., Ingenieur des Reichsamts für Trinkwasserversorgung, Haag.

(Fortsetzung aus Heft 10, S. 146)

Die Behörden und die Wasserversorgung.

Im Vorhergehenden wurde bereits mit einigen Worten der vielfach auferlegte Anschließungszwang erwähnt. Es wird ja ohne weiteres klar sein, daß zu einer solchen Maßnahme nicht übergegangen wird, wenn nicht dringende Gründe dafür vorliegen. Meistens beruht diese Maßnahme, nebst auf hygienischen, auch auf wirtschaftlichen Ueberlegungen, weil sonst vielfach ein rentabler Betrieb nicht erwartet werden kann. Was sich übrigens

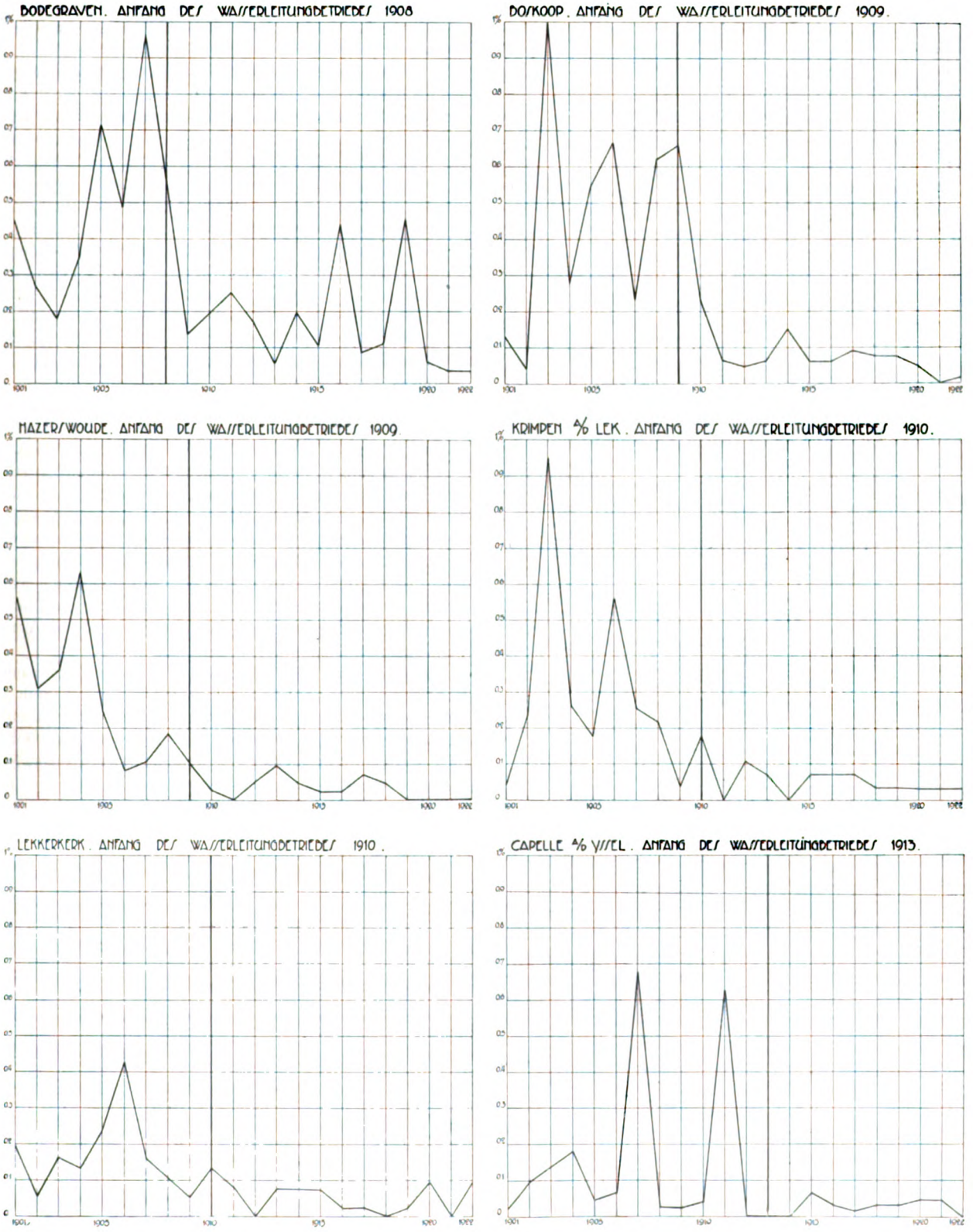

BODEGRAVEN. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1908
DOSKOOP. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1909.
MAZER/WOUDE. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1909.
KRIMPEN A/D LEK. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1910.
LEKKERKERK. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1910.
CAPELLE A/D YSSEL. ANFANG DES WASSERLEITUNGBETRIEBES 1913.

Abb. 2. Einfluß der zentralen Wasserversorgungen auf die Typhusfälle in einigen kleinen Poldergemeinden.

Digitized by Google

mit einem solchen Zwange in hygienischer Hinsicht erreichen läßt, wird von der Abbildung 2 in auffallender Weise dargestellt.

Es sind dort die in einigen kleineren Poldergemeinden während einer Reihe von Jahren aufgetretenen Typhusfälle eingetragen, und es zeigt sich jeweils nach dem Zustandekommen der zentralen Wasserversorgungen eine bedeutende Verbesserung der Krankheitsfälle. Die Sterblichkeit infolge Typhus in Amsterdam, welche in der Abbildung 3 wiedergegeben ist, wird wohl ebenfalls für sich sprechen.

Abb. 3. Typhus-Sterblichkeit in Amsterdam. Die Wasserversorgung kam 1853 in Betrieb.

Die ersten staatlichen Bemühungen in der Wasserversorgungsfrage stammen aus dem Jahre 1901, als durch das Wohnungsgesetz die Gemeinden genötigt wurden, Vorschriften über die Wasserversorgung der Gebäude zu erlassen. Im selben Jahre kam auch das Gesundheitsgesetz zustande, welches bestimmt, daß Wasserversorgungsfragen den Gesundheitsausschüssen zur Beurteilung unterbreitet werden müssen; die Inspekteure der Volksgesundheit wurden mit der allgemeinen Beaufsichtigung und Kontrolle aller Angelegenheiten bezüglich der Hygiene „des Wassers, des Bodens und der Luft" beauftragt; die dazu nötigen Untersuchungen finden zum Teile in einem Zentralen Laboratorium für die Volksgesundheit in Utrecht statt; hier werden außerdem alljährlich die obengenannten chemischen und bakteriologischen Analysen aller Wasserversorgungen durchgeführt.

Seit 1910 hat die Regierung sich mehr unmittelbar mit dem Trinkwasserversorgungswesen befaßt; es wurde in diesem Jahre ein staatlicher Ausschuß für Trinkwasserversorgung ins Leben gerufen, deren Arbeiten bald in einem derartigen Umfange zunahmen, daß es sich als notwendig erwies, das ihr angegliederte technische Bureau in ein selbständiges Amt umzuwandeln: 1913 entstand hieraus das „Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening" (Reichsamt für Trinkwasserversorgung); es wurde dem mit der Sorge um die öffentliche Gesundheitspflege betrauten Ministerium, dem Ministerium des Innern, später dem Ministerium der Arbeit, des Handels und des Gewerbes unterstellt.

Es hat in erster Linie die Aufgabe, der Regierung zu beraten in allen Wasserversorgungsangelegenheiten, so wie: Regierungsbeteiligung in Wasserwerksanleihen, Prüfung von Wasserversorgungsprojekten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht, Ueberwachung der Betriebsführung der unterstützten Betriebe, Vorbereitung gesetzlicher Maßnahmen usw.; es erstattet Gutachten an provinziale und kommunale Behörden und an Privatgesellschaften und -Personen betreffend die Errichtung, Erweiterung und Verbesserung von Wasserversorgungsanlagen, veranstaltet propagandistische Vorträge, übernimmt die Bauleitung der geplanten Werke und stellt geo-hydrologische Voruntersuchungen an.

Das Reichsamt befaßt sich weiter mit der Sammlung und Bearbeitung von geo- und hydrologischen Daten: über 18 000 Bohrergebnisse, über 30 000 Bodenproben und etwa 8500 Wasseranalysen stehen jetzt zur Verfügung, und erfahren eine ständige Vermehrung; allgemeine chemische (wie zum Beispiel die jetzt so in den Vordergrund getretene Kropf-Jod-Frage) und wasserversorgungstechnische Fragen werden von seinen verschiedenen Sachverständigen studiert und

Digitized by Google

die Ergebnisse in unregelmäßigen Zeitabschnitten in Form von Monographien veröffentlicht.

Alle Dienste des Reichsamts werden gegen Gebühren geleistet; nur in kleineren Fragen, welche nur einen geringen Zeitaufwand erfordern, geschieht die Beantwortung unentgeltlich.

In allgemeinen Fragen steht dem zuständigen Minister ferner eine Zentrale Kommission für Trinkwasserversorgung zur Seite, welche sich aus Juristen, Hygienikern und Wasserfachmännern zusammenstellt, und welche den Direktor des Reichsamtes amtshalber unter ihren Mitgliedern zählt.

Die geldlichen Unterstützungen seitens des Staates umfassen nicht nur Beiträge in den Kosten der Pläne und der Bauausführung, sondern es wurde in einigen Fällen den betreffenden Gemeinden das Baukapital rentenlos oder zu einem verminderten Zinssatz geliehen und mehrmals auch das Betriebsrisiko teilweise übernommen.

Infolge der jetzigen Bestrebungen zur Erreichung eines schließenden Reichsetats hat die Regierung sich aber gezwungen gesehen, die finanziellen Beteiligungen in bedenklichem Maße einzuschränken; und sie übernimmt nur noch die sogenannte Risikogarantie, vorausgesetzt, daß die Rentabilität der neuen Unternehmung gewährleistet ist, wodurch die staatlichen Bemühungen für die beteiligten Gemeinden also gewissermaßen nur noch einen moralischen, sei es, wie es sich herausstellt, auch noch sehr effektiven Wert besitzen.

Unter den gesetzlichen Maßnahmen im Interesse der Wasserversorgung ist weiter noch zu nennen das „Belemmeringen"-Gesetz, welches bezweckt, einen eventuellen Widerstand der kleineren kommunalen Behörden und der Poldervereine, z. B. beim Verlegen der Leitungen für die Gruppenwasserversorgungen, zu brechen; Regelungen zum Schutz des Grundwassers gegen Verunreinigungen durch Fabrikabwässer und der Grundwasserbestände fehlen leider noch bis auf heute.

Die Bemühungen seitens der provinzialen Verwaltungen bestanden hauptsächlich in der Anregung zum Zusammenarbeiten der Gemeinden und der Ausarbeitung von Projekten zur Versorgung größerer oder kleinerer Bezirke; Nord-Holland errichtete und verwaltet ein eigenes Wasserwerksunternehmen, Limburg beteiligte sich in einer von einigen Gemeinden errichteten G. m. b. H. In einzelnen Provinzen sind alle Wasserversorgungspläne der Genehmigung der provinzialen Behörden unterworfen, damit die eventuelle Errichtung mehrerer unabhängigen kleineren Werke einer zentralen Versorgung nicht im Wege stehen kann; eine gesetzliche Reichsregelung dieser Verhältnisse ist aber bis jetzt noch nicht zustande gekommen.

Die Bemühungen der Städte und Gemeinden wurden bereits im Vorhergehenden erwähnt. (W. 540.) (Forts. folgt.)

Rundschau

Energiewirtschaft.

Wasserkraft oder Kohle

statt Wasserkraft und Kohle, diese Fragestellung wird neuerdings wieder in den Vordergrund zu stellen versucht. In der Vereinigung für Handel und Industrie bei der Deutschen Volkspartei, Berlin, führte Dr. Nikodem. Caro, wie „Die Braunkohle" 1927, Heft 4, berichtet, u. a. folgendes aus:

Die Deutsche Stickstoffindustrie mit einer derzeitigen Jahreserzeugung von etwa 600 000 t hat den Preis von M. 1.40 bis 1.60 ab Werk vor dem Krieg auf M. 0.85 bis 0.95 frachtfrei deutscher Bahnstation heute ermäßigen können. 440 000 t werden durch die J. G. Farbenindustrie nach dem Haber-Bosch-Verfahren erzeugt, 90 000 t nach Frank-Caro durch die Bayerischen Stickstoffwerke, der Rest von 70 000 t aus dem Ammoniak der Gasanstalten. (Also rund 30 000 t aus Wasserkraft, der gesamte übrige Betrag über Kohle. Die Schriftltg.) Caro fährt weiter fort: Es wäre nicht zu verstehen, daß der preußische Staat 28 Mio Mark für ein neues Verfahren im Rheinland aufwenden wolle,[1]) ebenso müsse man den Kopf schütteln, daß Bayern mit Hilfe seiner Wasserkraft neue Stickstoffgewinnungsmethoden zu entwickeln versuche, wo es doch im linksrheinischen Bayern die größte Stickstoffproduzentin der Welt, die J. G. Farbenindustrie A.-G., stehen habe.

Daran anschließend knüpft „Die Braunkohle" die Bemerkung, daß sich Geheimrat Caro „mit vollem Recht" gegen eine staatliche Unterstützung dieses Konkurrenzunternehmens gegen die J. G. Farbenindustrie zur elektrolytischen Gewinnung von 12000 t Stickstoff aus Wasserkraft wende.

So soll der Stickstoff als Monopol der Kohle und als Monopol eines einzigen Konzerns erklärt werden, ohne Rücksicht auf Fragen der Wirtschaftlichkeit, Fragen der Lieferungssicherung, auf die Frage des wirtschaftlichen Ersatzes von Kohle durch Wasserkraft und nicht zuletzt auch ohne Rücksicht auf die Ermöglichung ausgedehnter produktiver Erwerbslosenfürsorge an Stelle der unproduktiven Riesenbeträge für Arbeitslosenunterstützung, ohne Rücksicht auf die Ermöglichung einer Beschäftigung von Industrie und Menschen. Soll keine Rücksicht darauf genommen werden, daß Erzeugungsmittelpunkte wirtschaftlicher Weise doch mit Verbrauchs-Mittelpunkten zusammengelegt werden sollten, zumal wenn sie auch noch Mittelpunkte dazu nötiger Rohstoffe (in diesem Falle der Wasserkraft) sind, wie es für Süddeutschland zutrifft? Es ist doch ein wirtschaftlicher Verlust, auch wenn die Preise frei Verwendungsstation gestellt sind, die Produkte über 500 Kilometer und mehr mit der Bahn zu verfrachten.

Es wäre zu wünschen, wenn sich die maßgebenden Stellen näher mit diesen Fragen wirtschaftlicher und monopolähnlicher Art befassen möchten. In den wichtigsten Verbrauchsgütern darf es wohl wirtschaftlich keine Monopole geben. Wenn sich der Preußische Staat zu dieser Ansicht durchgerungen hat, dürften andere Staaten vor Privatmonopolen ebenfalls nicht ehrfürchtig Halt zu machen brauchen, denn auch Konzerne sind Glieder im Staatswesen. (W. 156.) Ing. C. Reindl.

Staatshilfe für den Ausbau der französischen Wasserkraftversorgung.

Die zuständige französische Kammerkommission beschloß von der ursprünglich vorgesehenen Erhebung einer 5%igen Elektrizitätsverbrauchssteuer (vgl. „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" 1927, Nr. 9, S. 139), deren Erträgnisse zu Krediten für den Neubau von Wasserkraftwerken verwendet werden sollten, abzusehen. Statt dessen soll der Staat allen Baugesellschaften, die bis 1930 ihre Baupläne endgültig in Angriff nehmen, ein Zuschuß von 2% zur Bausumme gewähren. Zu diesem Zweck soll schon jetzt im Budget von 1927 eine Summe von 100 Mill. ausgeworfen werden. Weiter sollen ebenfalls aus Budgeteinnahmen bis 1950 sehr niedrig verzinsliche Kredite gewährt werden, wogegen die Gesellschaften den Staat durch Aktienübergabe am Unternehmen zu beteiligen hätten. Diese Kredite werden in Jahresraten gegeben, über die Höhe entscheidet die Kammer. Das Gesetz soll beschleunigt verabschiedet werden, da zahlreiche Bauprojekte im Jahre 1926 wegen Geldmangels in der Ausführung ausgesetzt worden sind. (W. 151.) K.

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 23, Seite 287.

Digitized by Google

Bahnelektrisierung.

Bahnelektrisierung in Oesterreich.

Nachdem bis heute rund 320 km des Netzes der österreichischen Bundesbahnen im Betrieb stehen und bis Ende 1928 das erste Bauprogramm einschließlich der Strecken Kufstein—Innsbruck—Brenner und Wörgl—Salzburg elektrisiert sein wird mit einer Gesamtlänge von 622 km, planen die österreichischen Bundesbahnen unter Mitwirkung der österreichischen Großbanken bereits eine weitere wesentliche Ausdehnung von 605 km Gesamtlänge der Linien Wien—Salzburg, Wien—Graz und Tauern-Bahn. Hierdurch würde ein jährlicher Kohlenverbrauch von 0,54 Mio t eingespart werden. Die Weiterführung dieses großzügigen Programms sieht nochmals 759 km Streckenlänge vor, die Linie Gesäusebahn—Selzthal—Bruck a. d. M., Villach —Arnoldstein, Innichen—Villach—Rosenbach und Wels—Passau mit einer weiteren Kohlenersparnis von 0,35 Mio t. Da auf den Strecken Wien—Salzburg bzw. Wien—Graz die Verkehrsverhältnisse fast doppelt so günstig sind wie auf der Arlbergbahn, deren Rentabilität erwiesen ist, liegen die wirtschaftlich günstigen Verhältnisse klar. Insbesondere wird darauf hingewiesen, daß durch diese Weiterführung der Elektrisierung mit einem Arbeitsbedarf von 170 Mio kWh jährlich etwa 35 000 Arbeiter auf längere Jahre hinaus produktive Unterstützung finden. Für die Finanzierung wird das Interesse ausländischer Finanzkonsortien als nicht unwahrscheinlich betrachtet.

Demgegenüber sei verglichen, daß die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn auf Wasserkraft im ersten Ausbau, also etwa zeitlich zusammenfallend mit den 622 km der österreichischen Elektrisierung, rund 669 km elektrisierter Strecken aufweisen wird, und die zweite Ausbaustufe nur eine Mehrung von etwa 240 km zunächst mit sich bringen soll, gegenüber den rund 1350 km der österreichischen Pläne. Das rasche Tempo der Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen bei dem verhältnismäßig viel kleineren Netz verdiente bisher und verdient weiterhin volle Beachtung. (W. 145.)

Kurze Nachrichten.

Bau der Südwestharz-Talsperre. Der Hannoversche Provinziallandtag beschloß einstimmig den Ausbau der Söse-Sperre mit Wassereinleitung ins Leinetal, der Okersperre und eines Hochwasserschutzpolders oberhalb Northeim, nachdem die preußische Staatsregierung sich bereit erklärt hatte, zu den Baukosten von 39,1 Mill. RM. einen Zuschuß von 9,2 Mill. RM. zu leisten. Einen Provinzialanteil von 4,6 Mill. RM. soll sofort zur Verfügung gestellt, 3,6 Mill. RM. durch eine Anleihe gedeckt werden. (W. 153.) K.

Große Elektrisierungspläne in Japan.

Mit einem Kapital von 10 Mill. Yen (21 Mill. RM.) ist kürzlich die Japanese Electric Bond & Share Co. mit amerikanischer Unterstützung und Regierungsbeihilfe gegründet worden. Angeschlossen an diese Gesellschaft ist die Tokyo Electric Light Co. und die Tokyo Electric Power Co. Es ist beabsichtigt nicht nur die Elektrisierung der Dörfer und Städte in der Umgebung von Tokio und Yokohama durchzuführen, sondern auch den Ausbau der Wasserkräfte zu beginnen. Die Gesellschaft wird gezwungen sein, den größten Teil der benötigten Materialien zu importieren. (W. 152.) K.

Literatur

Buchbesprechungen

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure. 16. Band, 1926. Herausgegeben von C. Matschoss. 354 Seiten mit 179 Abbildungen. Berlin 1926, V. d. I.-Verlag. — Preis gebunden M. 16,— (für V. d. I.-Mitglieder M. 14,40).

Die Erkenntnis des Wertes der Geschichte der Technik, nicht nur als ideales Gut, sondern auch als Weg zum Fortschritt, deren Bedeutung der Besprecher bereits in diesen Spalten 1925, Seite 180, und anderwärts[1]) hervorgehoben hat, erörtert in dem 16. Band der zum Teil schon vergriffenen Reihe von Einzeldarstellungen einleitend Matschoss hinsichtlich ihrer Ziele und Auswirkungen in den verschiedenen Ländern. Auf die wertvollen 18 Abhandlungen im einzelnen einzugehen, verbietet der Raum; es sei nur kurz — ohne daß damit eine Wertunterscheidung ausgesprochen werden soll — auf die Schilderung der Tätigkeit Grashofs hingewiesen, der in seiner theoretischen Maschinenlehre auch einzelnes zur Hydraulik beigetragen hat (Schaufeldicke, Zentrifugalkraft), ferner auf die Geschichte des Feuerlöschwesens, ersteres von Lorenz, letzteres von Merz. Dr. Färber führt die Geschichte der chemischen Holzverwertung und Zellstoffgewinnung vor, die in der Wasserkraftverwertung sich eine bedeutende Stellung neben der Elektrochemie sicherte. Dr. Hennig behandelt kritisch die Geschichte des Blitzableiters besonders im Altertum und kommt zu einer Verneinung[2]) der weitverbreiteten Anschauung, daß die Aegypter und Israeliten bereits bewußt dessen Schutzwirkung ausnützten. Mehmke bringt einen Ausschnitt aus einer größeren Arbeit über die Geschichte des Wasserbaues im alten Aegypten, der die Entwicklung dieses Zweiges der Technik dort als Folge wie als Voraussetzung der kulturellen und bevölkerungspolitischen Bewegungen erkennen läßt; im kulturtechnischen Wasserbau haben wir doch die ersten Aeußerungen der Beschäftigung des Menschen mit dem Wasser neben der Schiffahrt zu erblicken. — Eine Rundschau und eine Literaturübersicht beschließen das wertvolle und vorzüglich ausgestattete Buch dieser zurzeit bedeutendsten Unternehmung historisch-technischer Art. (W. 914.)

Ing. C. Reindl.

[1]) U. a. in „Naturwissenschaftlicher und geschichtlicher Unterricht" in den „Münchner Neuesten Nachrichten" vom 6. Juni 1925, Beilage „Fortschritte der Technik" Nr. 23; ferner „Die Schule für das Leben", Unterrichtsblätter f. Mathematik u. Naturwissenschaften, 1926, Heft 9, S. 263 und „Schule und Technik", ebendort 1927, Heft ??, S. ??.

[2]) Der Besprecher will sich dieser Verneinung aber nicht unbedingt anschließen; die scharfe Naturbeobachtung der Priesterkaste der alten Kulturvölker macht die bewußte, wenn auch in den Ursachen unerkannte Anwendung recht wahrscheinlich und das Fehlen ausdrücklicher Erwähnung der Erdleitung entspricht nur der Absicht, geheime Künste zu pflegen, erscheint aber unter diesem Gesichtspunkt nicht als schlüssiger Gegenbeweis.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten, Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruchs: 21. Juni 1927.

27c, 11. M. 95 865. Maschinenfabrik Hartmann A.-G., Offenbach a. M., Rödernstraße 24, und Schiele & Co., G. m. b. H., Eschborn a. Taunus. Kreiselverdichter mit Vorrichtung zur Naßreinigung der Luft bei ihrem Durchgang. 28. 8. 26.

Letzter Tag des Einspruchs: 28. 6. 1927.

88a, 6. A. 47 450. Aktiengesellschaft vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov; Regelvorrichtung für Hochdruckwasserturbinen mit unabhängig voneinander wirkenden Geschwindigkeits- und Sicherheitsregler. 3. 4. 26. Tschechoslowakische Republik 15. 2. 26.

84b, 1. B. 124258. Dr.-Ing. Emil Burkhardt, Stuttgart, Landhausstr. 95. Kammerschleuse mit Vorkammer zur Vernichtung der lebendigen Kraft des am Kammerschleusenoberhaupt einfließenden Wassers; Zus. z. Anm. B. 119049. 20. 2. 26.

59b, 2. S. 65 295. Rudolph Siegel, Hamburg, Rönnhaidstr. 60. Schleuderpumpe. 4. 3. 24.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 12 — 15. JUNI — 1927

Aus dem Inhalt: Bemerkungen zum Krümmerproblem. / Die Meereswärme als Energiequelle. / Der Holzrohrdüker des badischen Murgkraftwerkes. / Persönliches. / Rundschau: Parallelarbeiten von Wasser- und Dampfkraftwerken. / Elektrizitätsversorgung Frankreichs. / Einfuhrabgabe auf elektrische Arbeit in Italien. / Pumpenspeicheranlage an der Edertalsperre. / Fortschritte im Kaplanturbinenbau. / Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Buchbesprechungen. / Deutsche Patentschau. / Zeitschriftenschau.

Bemerkungen zum Krümmerproblem.

Von Dr.-Ing. Victor Mann, Konstanz.

I. Die Beanspruchung der Längsnaht. Für ein unter innerem Ueberdruck stehendes Kreisrohr mit gerader Achse und geringer Wandstärke berechnet sich die Beanspruchung der Längsnaht in kg/cm² nach der sehr einfachen Formel

$$\sigma = \frac{p \cdot D}{2 \cdot s} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

worin p den inneren Druck je Flächeneinheit in kg/cm², D die lichte Rohrweite in cm und s die Dicke der Rohrwand in cm bedeutet.

Sobald die Rohrachse jedoch nicht mehr geradlinig, sondern gebogen ist, trifft diese Berechnungsart nicht mehr bzw. nur noch näherungsweise zu, es ergibt sich vielmehr die merkwürdige Erscheinung, daß in diesem Falle die Spannung in der inneren und äußeren Längsnaht verschieden groß ist, wie aus folgenden Betrachtungen erhellt.

Schneidet man aus einem horizontal liegenden Rohrbogen, dessen Projektion in Abb. 1 dargestellt ist, einen unendlich kleinen Sektor dα heraus, so ergibt sich nach den Gesetzen der Hydrostatik bei einem statischen Innendruck p der auf einem durch den Winkel dα und zwei unendlich benachbarte konzentrische Kreisbögen begrenzten Flächenstück dF lastende Wasserdruck dP zu

$$dP = p \cdot dF = p \cdot dR \cdot R \cdot d\alpha$$

wenn R den Krümmungsradius des Rohrbogens beim Flächenelement dF bedeutet. Durch zweimalige Integration, einmal

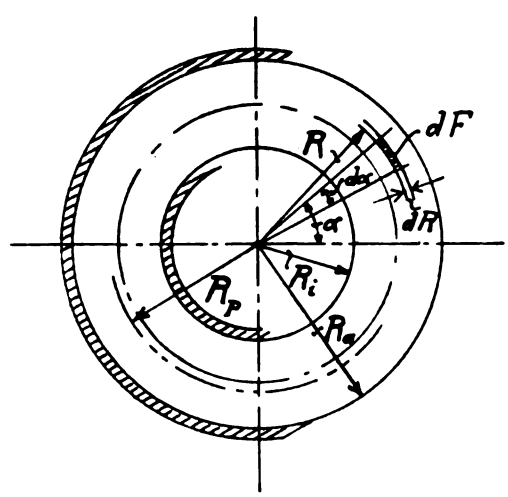


Abbildung 1.

über den Winkel α, einmal über den Radius R erhält man dann als Gesamtdruck, der die obere und die untere Rohrbogenhälfte voneinander zu trennen sucht, Abb. 2,

$$P = p \cdot \int_{R_i}^{R_a} \cdot \int_{\alpha\,=\,0}^{\alpha\,=\,\alpha} R \cdot dR \cdot d\alpha$$

$$= p \cdot \frac{R^2}{2} \cdot \int_{R_i}^{R_a} \cdot \alpha \int_{0}^{\alpha} \quad p \cdot \frac{R^2}{2} \Big|_{R_i}^{R_a} \cdot \alpha \Big|_{0}^{\alpha} \quad \ldots (2)$$

Digitized by Google

also speziell für den geschlossenen Ring ($\alpha = 2 \cdot \pi$)

$$P = p \cdot (R^2_a - R^2_i) \cdot \pi \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

also nichts von dem nach den Gesetzen der Hydrostatik unmittelbar ermittelten Druck P Abweichendes. P = Flächenprojektion mal Schwerpunktsabstand vom freien Wasserspiegel in m Wassersäule.)

Eine einfache Untersuchung wird jedoch zeigen, daß der Druckmittelpunkt hier nicht auf die gekrümmte Rohrachse zu liegen kommt, so daß der Druck gegenüber der inneren und der

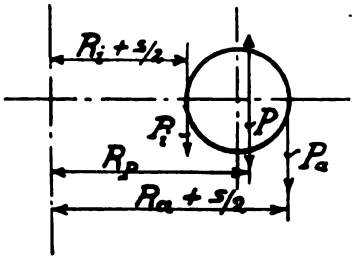


Abbildung 2.

äußeren Längsnaht verschiedene statische Momente aufweist, sich also auch auf die beiden Nahtflächen mit verschieden großem Anteil verteilen muß. Für jedes Flächenelement dF ist das polare (bezüglich des Krümmungsmittelpunktes des Rohrbogens) statische Moment des auf die Fläche lastenden Druckes ΔP

$$dM = p \cdot R \cdot dF = p \cdot R^2 \cdot d\alpha \cdot dR$$

somit das Moment für den ganzen Rohrbogen

$$M = p \cdot \int_{R_i}^{R_a} \cdot \int_{\alpha=0}^{\alpha=\alpha} R^2 \cdot dR \cdot d\alpha$$

$$= p \cdot \frac{R^3}{3} \cdot \left[\frac{R_a}{R_i} \cdot \alpha \right]_{\alpha=0}^{\alpha=\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

somit für den geschlossenen Kreisring ($\alpha = 2 \cdot \pi$)

$$M = {}^2/_3 \cdot p \cdot (R^3_a - R^3_i) \cdot \pi \quad \ldots\ldots (5)$$

Da anderseits das Moment M für die im Abstand R_P angreifende Druckresultierende $M = P \cdot R_P$ ist, so ergibt sich durch Gleichsetzen der Gleichungen 3) und 5) der Resultantenradius R_P zu

$$R_P = \frac{M}{P} = \frac{2}{3} \cdot \frac{p \cdot (R^3_a - R^3_i) \cdot \pi}{p \cdot (R^2_a - R^2_i) \cdot \pi}$$

$$R_P = {}^2/_3 \cdot \frac{R^3_a - R^3_i}{R^2_a - R^2_i} = \frac{2 \cdot (R^2_a + R_a \cdot R_i + R^2_i)}{3 \cdot (R_a - R_i)} \quad \ldots (6)$$

d. h. unabhängig vom Innendruck p wie auch — wenn man statt des speziellen Winkels $\alpha = 2 \cdot \pi$ wieder den allgemeinen Winkel α einführt — vom Rohrbogenwinkel α.

Gleichung 6) läßt sich nach Division mit Ra im Zähler und Nenner auch schreiben

$$R_P = \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{R_i}{R_a} + \left(\frac{R_i}{R_a}\right)^2\right)}{3 \cdot \left(1 + \frac{R_i}{R_a}\right)} \cdot R_a \quad \ldots\ldots (7)$$

oder mit dem Radienverhältnis $\mu = R_i : R_a$

$$R_P = \frac{2}{3} \cdot R_a \cdot \frac{1 + \mu + \mu^2}{1 + \mu} = \frac{2}{3} \cdot \psi \cdot R_a \quad \ldots (8)$$

Die folgende Tabelle enthält Werte des Faktors $\frac{2}{3} \cdot \psi$ für veränderliches μ.

$\mu = R_i : R_a$	${}^2/_3 \cdot \psi$	$\frac{\mu+1}{2}$
0	0,667	0,5
0,1	0,673	0,55
0,2	0,689	0,60
0,3	0,713	0,65
0,4	0,743	0,70
0,5	0,776	0,75
0,6	0,816	0,80
0,7	0,859	0,85
0,8	0,904	0,90
0,9	0,950	0,95
1,0	1,0	1,0

Danach berechnet sich der Abstand der Druckresultierenden von der Außennaht des Krümmers zu

$$e_a = (R_a + s/2) - R_P \quad \ldots\ldots (9)$$

und von der Innennaht zu

$$e_i = R_P - (R_i - s/2) = R_P - (\mu \cdot R_a - s/2) \quad \ldots (10)$$

während die Rohrachse jeweils den Abstand

$$e_x = \frac{R_i + R_a}{2} = \frac{\mu + 1}{2} \cdot R_a \quad \ldots\ldots (11)$$

vom Krümmermittelpunkt hat.

Die Druckresultierende hat ihren Angriffspunkt somit jeweils etwas außerhalb der Rohrachse und zwar um so mehr, je kleiner der Wert $\mu = R_i : R_a$ ist. Dies hat zur Folge, daß von dem Innendruck im Rohrkrümmer jeweils mehr als die Hälfte auf die Außennaht, auf die Innennaht dagegen weniger als die Hälfte entfällt. — Werden diese Anteile mit P_a bzw. P_i bezeichnet, so lassen sich aus der Momentengleichung (Abb. 2)

$$P_i \cdot (R_i - s/2) + P_a \cdot (R_a + s/2) = P \cdot R_P \quad \ldots (12)$$

und der Summengleichung

$$P_i + P_a = P \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

die beiden unbekannten Kräfte P_i und P_a bestimmen. Damit ergeben sich schließlich die Spannungen der Außennaht zu

$$\sigma = \frac{P_a}{2 \cdot R_a \cdot \pi \cdot s} \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

und in der Innennaht zu

$$\sigma = \frac{P_i}{2 \cdot R_i \cdot \pi \cdot s} \quad \ldots\ldots\ldots (15)$$

Diese absolute Mehrbelastung in der Außennaht bedingt indeß keineswegs auch größere Spannungen in derselben. Innen- und Außennaht werden vielmehr gleich große Spannungen haben, wenn gemäß Gl. 14) und 15)

$$P_i : P_a = R_i : R_a \quad \ldots\ldots\ldots (16)$$

sich verhält. Aus Glgn. 12) und 13) folgt

$$P_i = P - P_a$$

$$P_a = \frac{P \cdot (R_P - R_i + s/2)}{R_a - R_i + s} \quad \ldots\ldots (17)$$

und

$$P_i = -\frac{P \cdot (R_P - R_a - s/2)}{R_a - R_i + s} \quad \ldots\ldots (18)$$

somit auch

$$\frac{P_i}{P_a} = -\frac{R_P - R_a - s/2}{R_P - R_i + s/2} = \frac{e_a}{e_i} = \frac{R_i}{R_a} \quad \ldots (19)$$

Der Fall gleicher Beanspruchung der Innen- und Außennaht tritt somit ein, wenn die auf dieselben entfallenden Druckanteile P_i und P_a sich wie ihre Abstände vom Krümmungsmittelpunkt des Krümmers oder umgekehrt wie ihre Abstände von der Innen- bzw. Außennaht verhalten.

II. Die Kavitationsgefahr an der Krümmerinnenseite ist als solche bekannt und auch zahlenmäßig einigermaßen begründet. Die Loslösung des Wasserstrahles von der Rohrwand an der Krümmerinnenseite tritt bekanntlich

Digitized by Google

ein, wenn der von der Außenseite des Krümmers herrührende Ablenkungsdruck nicht mehr groß genug ist, um die an der Krümmerinnenseite infolge der dort vorhandenen großen Wassergeschwindigkeit und der Krümmung auftretenden Zentrifugalkraft zu überwinden.

Ganz besonders wird die Strahlloslösung an der Innenseite jedoch durch einen vielleicht nebensächlich erscheinenden und wenig beachteten Umstand begünstigt und unterstützt. Vom Freispiegelrohr her ist bekannt, daß der geringste Gefällebedarf für den Transport des Wassers durch das Rohr bei zirka 0,95 Füllungshöhe vorhanden ist. Dem entspricht ein nicht benetzter Umfang am Scheitel des Freispiegelrohres von zirka 52°. Wenden wir diese Erfahrung auf den Krümmer in der Weise an, daß seine Innenseite dem Scheitel des Freispiegelrohres entspricht, so ist zu ersehen, daß die Loslösung des Wassers an der Krümmerinnenseite infolge Verminderung des benetzten Umfanges einen Rückgewinn an Transportgefälle bedeutet, der der Geschwindigkeitserhöhung zugute kommt. Damit erhöht sich aber auch die Zentrifugalkraft und unterstützt dadurch neuerdings die Loslösung des Wasserstrahls. Wir können also über die Loslösung die Aussage machen, daß sie, wenn an irgendeiner Stelle des Rohrumfanges in statu nascendi die Loslösung begonnen hat, diese wahrscheinlich sehr rasch zunimmt und sich voraussichtlich bis zur Freimachung eines Rohrsektors von zirka 52° ausdehnt, um auf diese Weise den Fließzustand des geringsten Durchflußwiderstandes herzustellen.

Daß diese dem Freispiegelrohr vergleichbare Erscheinung sich ganz in der beschriebenen Weise auswirkt, dem stehen zwei Umstände entgegen. Erstens ist gegenüber dem Freispiegelrohr der unbenetzte Umfang um 90° verschoben, die Wasserfläche müßte dort eine senkrechte Wand bilden. Wegen der durch die in höheren Schichten gelegenen Wasserteilchen ausgeübten Schwere werden jedoch die darunter befindlichen Wasserteilchen der „senkrechten" Wasserwand zum Ausweichen nach dem Krümmermittelpunkt zu gebracht, d. h. die Wasseroberfläche des losgelösten Strahles wird sich tatsächlich schräg einstellen. Da hierdurch bezüglich des unbenetzten Kreisbogens die Tendenz besteht, sich zu verkleinern, so besteht gleichzeitig die Neigung zur Erhöhung des Durchflußwiderstandes, zur Verminderung der Wassergeschwindigkeit und damit des erhöhten Bedarfs an Wasserquerschnitt, um dieselbe Wassermenge wie zuvor fördern zu können. Die Erscheinung alteriert in eine teilweise Rückbildung der Loslösung. Zieht man zweitens in Betracht, daß bei der geringen Pfeilhöhe des wasserfrei gewordenen Kreisabschnittes von nur etwa $^1/_{20}$ des Rohrdurchmessers und in Anbetracht der zu erwartenden und auch soeben in seinen teilweisen Ursachen geschilderten Unruhe der freien Oberfläche des losgelösten Strahls ein häufiges Wiederanschlagen des Wassers an die Rohrwand zu erwarten ist, so wird begreiflich, daß dieser Zustand des losgelösten Wasserstrahles ein mehr oder weniger labiler sein muß.

Als Mittel gegen die Loslösung des Wassers im Krümmer, die wegen der mit der Kavitation und dem labilen Zustand verbundenen Gefahren von Wichtigkeit sind, ist die Unterteilung des Krümmers durch eine oder mehrere konzentrisch mit dem Krümmer gebogene Scheidewände bekannt. Das Mittel entspricht genau der Verminderung der spezifischen Schaufelbelastung und der Kavitationsgefahr in Laufrädern von Wasserturbinen durch Vergrößerung der Schaufelzahl. Wegen Erhöhung des Durchflußwiderstandes infolge Vergrößerung der benetzten Oberfläche ist das Mittel aber in beiden Fällen gleichermaßen nur beschränkt anwendbar oder ein entsprechender Gefälleverlust muß in Kauf genommen werden.

Die Möglichkeit, durch Einbau von Scheidewänden die Krümmerverluste zu vermindern, ist außerdem auf im wesentlichen achsenparallele Strömung beschränkt. Sobald jedoch mit der achsenparallelen Strömung eine Rotationsströmung um die Krümmerachse verbunden ist, bedingt die Vernichtung der Umfangskomponente c_u der Wassergeschwindigkeit an der oder den Scheidewänden bei größeren Werten von c_u einen größeren Energieverlust als den dem Einfluß der Scheidewände zuzuschreibenden Energiegewinn durch Beschränkung der charakteristischen Krümmererscheinungen. Der Fall größerer Beträge einer Umfangskomponente c_u tritt aber häufig in Saugrohren von Wasserturbinen, insbesondere bei Schnelläufern und bei Teilbeaufschlagung der Turbinen auf. Die Umfangskomponente hat ihren relativen und absoluten Höchstwert unmittelbar nach dem Austritt des Wassers aus dem Laufrad. Verlegt man daher den Anfang der Krümmerscheidewand im Saugrohr weiter nach unten, also an eine Stelle, wo die Umfangskomponente kleiner geworden ist, so treten die Vorteile der Scheidewand in Erscheinung sobald der Energiegewinn den Energieverlust durch Vernichtung der c_u-Komponente überwiegt. Daß dies bei geeigneter Wahl von Anfang und Ende der Scheidewand tatsächlich eintritt, ist durch Versuche von Dubs (Firma Escher Wyß & Cie. in Zürich-Ravensburg)[1]) erwiesen.

Das Krümmerproblem ist daher als dreidimensional und als durch die Ueberlagerung von zwei oder drei verschiedenen Strömungen der achsenparallelen, der Sekundärströmung und gegebenen Falles der Rotationsströmung um die Krümmerachse, gekennzeichnet anzusehen. Es ist daher zu verstehen, daß seine exakte Lösung schwierig ist. (W. 893)

[1]) Bericht Nr. 53 der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel, 1926. „Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt" von A. C. Caflisch, Oberingenieur, Zürich.

Die Meereswärme als Energiequelle.

Von Dr. E. Bräuer, Berlin.

Vortrag vor dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband am 10. Februar 1927 zu Berlin.

Ich habe die Ehre, im Auftrage des DWWV. zu Ihnen über das Problem der Gewinnung von Energie aus der Meereswärme zu sprechen und über die Arbeiten zu berichten, welche zu seiner Lösung unternommen worden sind. Das Problem ist jung und das ist merkwürdig deshalb, weil der Energievorrat, den wir in Gestalt der warmen und kalten Wassermassen der Ozeane besitzen, die weitaus größte Energiequelle der Erde ist. Es hätte schon lange nahe gelegen, die Frage, ob ihre Nutzung wirtschaftlich ist, aufzuwerfen.

Meine eigenen Untersuchungen gehen auf die Zeit vor dem Kriege zurück, die erste Veröffentlichung erfolgte im Juli 1924 in der „Technischen Rundschau", im November 1924 folgte ein kurzer Artikel in den „VDI-Nachrichten", darauf an derselben Stelle eine Mitteilung, daß in privatem Kreise die Grundgedanken des Problems durch Wilhelm Schmidt, den Erfinder der Heißdampfmaschine im Herbst 1922 ausgesprochen worden waren, weiter in der „Deutschen Wasserwirtschaft" von meiner Seite der ausführliche Bericht über eine durchkonstruierte Anlage, dessen Ergebnis die Feststellung der Wirtschaftlichkeit großer Anlagen dieser Art war. Und schließlich im November

Digitized by Google

1926 ein Vortrag von George Claude in der Academie Francaise, welcher technische Vorschläge zur Lösung des Problems macht, die von den meinigen abweichen und auf die ich hernach einzugehen haben werde. Man hat den Eindruck, da drei Forscher gleichzeitig und unabhängig voneinander an unserem Problem arbeiten, daß die Zeit dafür reif sei.

In welcher Gestalt findet sich nun die Energie, von der hier die Rede ist? Die riesigen warmen Wassermassen, die ein Schiff, das die tropischen Meere durchfurcht, wochenlang, wie mit einem erschlaffenden warmen Bade umgeben, sind als solche genommen, noch keineswegs ein brauchbarer Energievorrat. Bekanntlich lehrt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik die Unmöglichkeit, Energie aus einem einzelnen Reservoir zu gewinnen unter freiwilligem Absinken seiner Temperatur. Zur Umwandlung von Wärme in mechanische Energie benötigen wir zwei Temperaturniveaus, die Verbrennungstemperatur des Benzins hinter dem Kolben und die kalte Umgebung, die heißen Heizgase der Kohle unter dem Dampfkessel und das Kühlwasser des Kondensators — sonst geht es nicht. Dieses zur

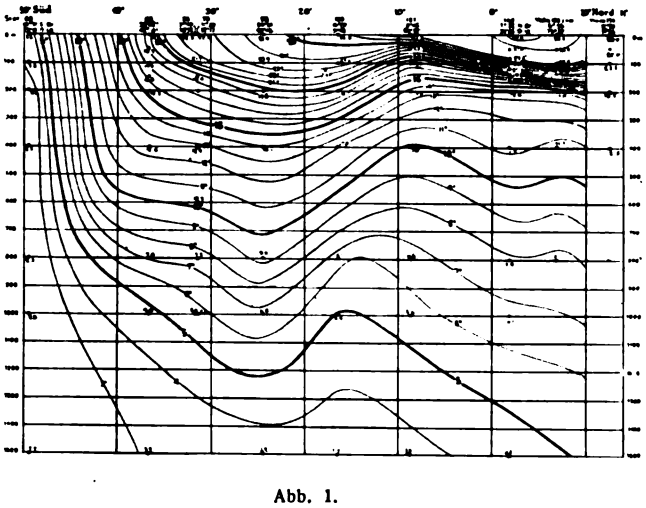


Abb. 1.

Energiegewinnung erforderliche zweite Temperaturniveau aber findet sich auch im Meerwasser. Oft schon in der Tiefe einer einzigen Schiffslänge stets in einigen hundert Metern Tiefe liegt unter der warmen Schicht des Oberflächenwassers kaltes Wasser, und zwar so kaltes Wasser, daß ein Bad in ihm für den Tropenreisenden keineswegs mehr eine angenehme Erfrischung darstellen würde. Wir haben da Temperaturen unter 10° Celsius. In Abb. 1 zeige ich Ihnen diese Temperaturschichtung im Wasser des Indischen Ozeans. Sie sehen einen vertikalen Nord-Süd-Schnitt, links die kalten polaren Teile, nach dem Aequator zu immer mehr steigende Oberflächentemperaturen, und in den Tropen auf der Oberfläche schwimmend eine muldenförmige Masse warmen Wassers. Zugleich aber sehen Sie, daß die oben muldenförmigen Isothermen nach unten zu allmählich die umgekehrte Krümmung annehmen. Je heißer das Wasser oben, in desto geringerer Tiefe liegt darunter kaltes Wasser. Das muß so sein aus Gründen des hydrostatischen Gleichgewichtes. Warmes Wasser ist leicht, kaltes Wasser ist schwer, die Wassersäule, sagen wir, von der Tiefe nach oben muß überall gleichviel wiegen, damit der Ozean nicht umkippt. Also muß dort, wo die Sonne oben eine Temperaturerhöhung erzwingt, unten das eiskalte schwere Polarwasser bis dicht an die Oberfläche herandringen, um den Gewichtsausgleich zu schaffen. In diesen tropischen Gebieten also hat man das, was man zur Energiegewinnung braucht, in technisch erreichbarer Entfernung beisammen. Ich verlasse

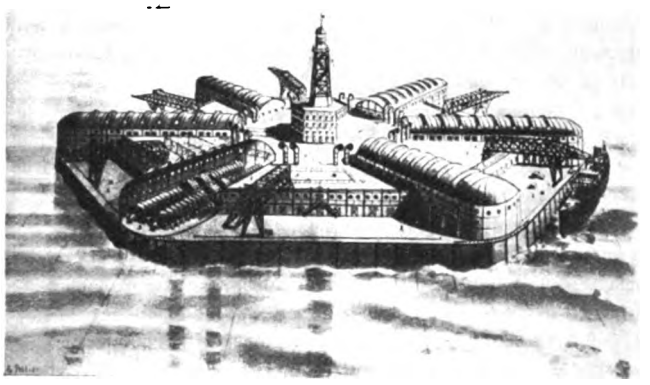


Abb. 2. Meereswärmekraftanlage nach einem Projekt von Claude und Boucherot. (Nach l'Illustration, Dez. 1926.)

damit zunächst die ozeanographischen Fragen, und werde hernach nochmals hier anknüpfen, nachdem ich die Bedingungen dargelegt habe, unter denen solche Anlagen technisch und wirtschaftlich möglich sind.

Zur Verfügung stehen uns also kaltes und warmes Wasser mit 10—20° Temperaturunterschied. In der Energietechnik sind wir gewohnt, mit Temperaturunterschieden von Hunderten von Graden zu arbeiten. Wir wissen, daß der Wirkungsgrad einer thermischen Maschine begrenzt ist. Man kann jeweils höchstens den Bruchteil der aufgenommenen Wärme in mechanische Arbeit umsetzen, der dem Verhältnis Temperaturdifferenz zu absoluter Temperatur entspricht. Haben wir zum Beispiel eine Dampfmaschine, die zwischen 327° und 27° Celsius arbeitet, so kann diese bestenfalls 50% der zugeführten Wärme in Arbeit umschaffen, 50%, denn ihre Temperaturdifferenz ist 300° und 327° Celsius ist 600° absolut. Hier haben wir nur 20° Differenz bei 300° absolut, also eine theoretische Grenze des Wirkungsgrades bei 6,7%; bei 10° Temperaturdifferenz wären es 3,3%.

Wir gehen nun an die technische Frage heran, in welcher Weise die thermische Energie, die im Meerwasser steckt, sich in mechanische wird umsetzen lassen. Theoretisch hätten wir eine reiche Auswahl von Möglichkeiten. Ich möchte zunächst auf die eingehen, die Claude und Boucherot (Sitzung der Acad. des Sciences vom 15. 11. 1926) vorgeschlagen haben. Von zwei Heberleitungen stehe die eine an beiden Enden nur mit dem Oberflächenwasser in Verbindung, die andere, wenigstens mit ihrem einen Ende mit dem kalten Tiefenwasser. Der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel in den Heberrohren und dem Meeresspiegel soll 10 m sein, d. h. der Raum über dem Wasser in den Rohren soll luftleer sein. Durch zwei Propeller wird sowohl das kalte wie das warme Wasser dauernd erneuert. Zwischen die beiden Räume über dem kalten und über dem warmen Wasser ist nun ein Turbinenrad eingeschaltet. Dieses Turbinenrad kann Arbeit leisten, denn über dem warmen Wasser ist der Dampfdruck 0,02—0,03 at, über dem kalten Wasser aber nur 0 01 at. Dementsprechend schießt dauernd sehr dünner Dampf mit großer Geschwindigkeit von der warmen Seite nach der kalten hinüber, wo er niedergeschlagen wird, und treibt dabei das Turbinenrad. Das Projekt ist theoretisch vollkommen richtig. Es verlockt durch seine Einfachheit und dadurch, daß gewisse unangenehme Verluste fortfallen, die wir bei den anderen Projekten kennen lernen. Es ist auch von Claude der Beweis erbracht worden, daß Modellmaschinen dieser Art einwandfrei funktionieren, wenn man sie mit luftfreiem Wasser betreibt. Leider muß ich ohne Einschränkung sagen, daß ihre Ueberführung in die Praxis nicht möglich ist. Das Meerwasser enthält

Digitized by Google

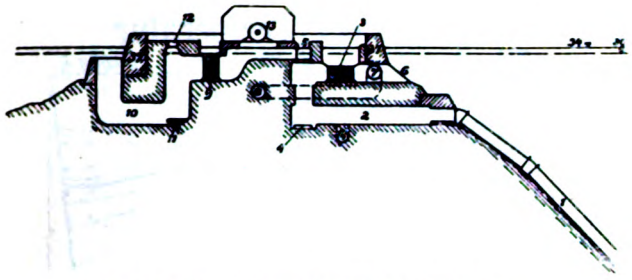


Abb. 3. Schema einer Meereswärmekraftanlage.

große Mengen Gase, Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure gelöst. Diese werden in der Luftleere der Anlage frei und müssen abgepumpt werden. Es ist schwer, einen sicheren Ansatz für den Wirkungsgrad der Pumpe bei diesen niedrigen Drucken zu machen. Nach den Erfahrungen, die man damit gemacht hat, ist es wahrscheinlich, daß die Pumpleistung größer wird, als die ganze Turbinenleistung. Das ist der eine Grund, der dieses Projekt aussichtslos erscheinen läßt, der andere liegt in der Größe der Maschinen. Eine einfache Rechnung ergibt, daß die von Claude ausdrücklich vorgeschlagene Anlage von 1 Million PS bei der sehr hohen Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes von 100 m pro Sekunde bereits Kondensatorzuleitungsrohre von 30 000 qm Querschnitt haben müßte. Das sind 12 pr. Morgen. Fig. 2 zeigt eine solche Anlage, wie Claude und Boucherot sie sich vorstellen. Sie ist auf einem schwimmenden Riesenponton untergebracht. Der Durchmesser der Turbinenräder müßte bei obiger Leistung etwa 20 m sein.

So ist das Problem also nicht zu lösen. Auch die lange Reihe anderer Möglichkeiten mit neuen Maschinen übergehe ich. Ich kann wohl sagen, daß alle physikalischen Möglichkeiten, mechanische Kraft oder elektrischen Strom aus der Wasserwärme zu gewinnen, auf ihre Wirtschaftlichkeit gewissenhaft durchgerechnet worden sind. Es hat sich aber erwiesen, daß nur eine, und zwar die uns geläufigste Form der thermischen Kraftmaschine eine wirtschaftlich brauchbare Lösung darstellt, nämlich die Dampfmaschine. Freilich kommt die Wasserdampfmaschine nicht in Frage, aber Dampfmaschinen mit Triebmitteln von höherer Siedespannung als Wasser sie hat. Man kann Dampfmaschinen ebenso mit flüssigem Ammoniak oder Kohlensäure im Kessel betreiben. Die Umkehrung dieser Maschine wird sehr häufig gebraucht. Sie ist nämlich nichts anderes, als die Kältemaschine. Neben Kohlensäure kommt noch eine ganze Reihe anderer Stoffe in Frage, Ammoniak, schweflige Säure, Chlormethyl usw.

Wie wird nun eine solche Anlage in Zukunft aussehen? In

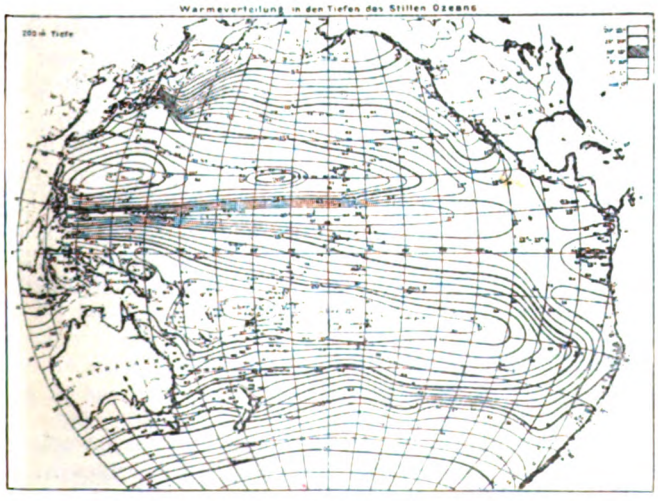


Abb. 4. Die Temperatur im Stillen Ozean in 200 m Tiefe.

Abb. 3 sehen Sie eine starke Rohrleitung, die auf dem Hange einer steil abfallenden Küste bis zu den kalten Tiefenschichten herabgeführt ist. Durch sie wird das kalte Tiefenwasser angesaugt, und zwar durch eingepreßte Luft nach Art einer Mammuth-Pumpe. Es bespült den Kondensator einer Kohlensäuredampf-Kraftanlage, verdichtet darin den Kohlensäuredampf zu flüssiger Kohlensäure und fließt, nachdem es seine Schuldigkeit getan hat, um einige Grade wärmer, aber immer noch recht kalt, ins Meer zurück. Anderseits wird in ähnlicher Weise warmes Oberflächenwasser angesaugt. Dies durchströmt den Kessel, genau so, wie die heißen Feuergase der Kohle durch die Siederohre eines Lokomotivkessels streichen. In den Kesseln ist flüssige Kohlensäure, welche durch die zugeführte Wärme verdampft. Der erzeugte Kohlensäuredampf wird dann durch einen Ueberhitzer geführt, welcher auch nur mit warmem Meerwasser geheizt wird, und in ihm getrocknet. Dann tritt er in die Kraftmaschine bzw. Turbine ein, expandiert auf den Kondensatordruck und wird dann, wie schon gesagt, im Kondensator in flüssige Kohlensäure zurückverwandelt.

Welches ist nun die thermische Leistungsfähigkeit dieses Prozesses? Es stehe zur Verfügung 28° warmes Oberflächenwasser und 6° warmes Tiefenwasser, also eine Temperaturdifferenz von 22°. Das Heranholen des kalten Tiefenwassers ist viel schwieriger als das Heranholen des warmen Oberflächenwassers. Dementsprechend empfiehlt es sich, mit ersterem sparsamer umzugehen und eine Erwärmung im Kondensator um 3° zuzulassen, während man das warme Oberflächenwasser schon dann durch neues ersetzt, wenn es beim Beheizen der Kessel sich um 1° abgekühlt hat. Im Mittel ist dann der Temperaturunterschied zwischen heizendem und kühlendem Medium 20°. Das ist nun noch keineswegs der nutzbare Temperaturunterschied. Eine einfache Rechnung zeigt, daß man etwa ein Viertel davon als Wärmegefälle zwischen Warmwasser und Kesselinhalt einerseits, und zwischen Kaltwasser und Kondensatorinhalt anderseits zulassen muß. Dann bleiben 10° Temperaturunterschied zwischen Kohlensäuredampf und Kondensat. Der theoretisch höchste Wirkungsgrad ist 3,3%. Dieser Wirkungsgrad ist aber auch noch nicht erreichbar. Wie Sie aus dem Temperatur-Enthropie-Diagramm der Kohlensäure entnehmen können, lassen sich etwa 3,15% erreichen. Dieser Wert muß nun mit dem mechanischen Wirkungsgrade multipliziert werden, welcher mit 70%, wie ich dann noch erläutern werde, angesetzt werden darf. Schließlich kommen also 2,2% effektiver Wirkungsgrad heraus. Das scheint nun vernichtend wenig zu sein. In Wahrheit aber ist es sehr viel und wenn wir auch nur im entferntesten diesen Betrag in der Praxis erreichen, so ist die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen sichergestellt. Denn, meine Herren, der thermische Wirkungsgrad spielt hier ja nur eine indirekte Rolle. Wieviel Wasser wir verbrauchen, das belastet kein Konto. Die Wassermenge hat nur insofern Bedeutung, als ihre Größe Größe und Preis der Maschinen bestimmt.

Es sei mir ein Vergleich gestattet. In jedem m³ kalten Wassers steckt eine bestimmte Energiemenge, nämlich 2,2% × 3000 Kal., das sind 28 000 mkg, also ebensoviel, als wenn dieses Wasser in einer Flußwasserkraft 28 m hoch herabfiele. Eine Wasserkraft mit 28 m Gefälle rechnen wir zu den günstigen Wasserkräften. Hier ist es nun gar so, daß gewissermaßen eine Wasserkraft von 28 m Gefälle mit den unendlichen Wassermassen des Ozeans zur Verfügung steht. Wir werden also von vornherein schätzen dürfen, daß die Querschnitte und sonstigen Abmessungen vergleichbar sein werden einer solchen wirtschaftlich günstigen Flußwasserkraftanlage.

Nun etwas genauer. Kessel wie Kondensatoren seien als Siederohrkessel ausgebildet. Bei 2 m Strömungsgeschwindigkeit liegt die Durchgangszahl für den Wärmedurchgang von dem

Digitized by Google

heizenden Warmwasser durch die Kesselwand an die Kohlensäure im Kessel, z. B. nach den Versuchen von Stanton und Nusselt, zwischen 3000 und 4000 Kal. pro Grad, Stunde und Quadratmeter. Unter Annahme der ungünstigeren Grenze 3000 braucht eine PS 1,92 qm Kesselfläche und etwa 1,87 qm Kondensatorfläche. Dampfkraftanlagen brauchen erheblich kleinere Kesselheizfläche. Doch ändert sich das Verhältnis, wenn wir bedenken, wie völlig anders die Anforderungen sind, die in beiden Fällen an die Kesselfläche gestellt werden. Bei den in der Feuerung liegenden Siederohren eines Wasserdampfkessels ist konstruktiv in erster Linie auf die Verbrennung Rücksicht zu nehmen, in zweiter auf den Schlackenansatz. Beides kommt hier nicht in Frage. Darum können die Rohre sehr viel enger und sehr viel dünnwandiger gemacht werden. Weiter ist der Kohlensäuredampf sehr viel dichter als der Wasserdampf, das Verdampfungsvolumen also entsprechend kleiner. Das Kesselvolumen läßt sich deshalb konstruktiv so weit verkleinern, daß die Volumeneinheit eine höhere Effektivleistung ergibt als bei Wasserdampfkesseln. Wegen des teureren Baustoffes unserer Kessel verschiebt sich dann der Preis wieder etwas zu ungunsten der Meereswärmeanlagen, aber es bleibt das höchst überraschende Resultat, daß Kessel und Kondensatoren von ähnlicher Größe, Kosten und Gewicht sind wie bei modernen Dampfkraftanlagen. Der Grund dafür ist vor allem, daß der Wärmeübergang von warmem Wasser an die Kesselwandung mehrere hundert Mal größer ist als der von den Heizgasen der Kohle.

Als Maschinen kommen im wesentlichen nur Turbinen in Frage. Sie unterscheiden sich aber sehr wesentlich von den normalen Dampfturbinen. Ist das Mittel, das in ihnen arbeitet, Kohlensäure, so herrscht selbst auf der Kondensatorseite noch recht hoher Druck. Das arbeitende Gas ist nur 6—10 leichter als Wasser. Dementsprechend klein sind auch die auftretenden Geschwindigkeiten, nämlich nur 70—100 m/sec, so daß die Turbinen ohne weiteres als Freistrahlturbinen mit einem Rade betrieben werden können. Ihr Wirkungsgrad nähert sich dementsprechend dem von Pelton-Rädern, und es ist berechtigt, ihn mindestens gleich 70% zu setzen.

Nun der konstruktiv neuartigste Teil dieser Anlagen, die Tiefseeleitungen. Je höher der Temperaturunterschied, desto höher ist die Leistung bei gleichem Kostenaufwande, desto länger und schwieriger zu verlegen ist aber auch die Kaltwasserleitung. Dabei ist die Temperaturabnahme mit der Tiefe immer langsamer. Im Bilde sehen Sie die Temperaturschichtung im offenen Ozean. Um 10° zu unterschreiten müssen wir im Mittel 380 m tief gehen. In der folgenden Abb. 4 aber sehen Sie, daß stellenweise die Verhältnisse sehr viel günstiger liegen. Zum Beispiel bei den Karolinen unterschreitet bereits in 200 m Tiefe die Temperatur 10°. An Abb. 5 ist ein Querschnitt durch den Golfstrom gegeben, und zwar von Kap Florida nach Gun-Kay auf der Bahamabank. Sie erkennen hier die interessante Tatsache, daß die Temperaturniveaus schief liegen. Und zwar ist dies stets der Fall in Meeresströmungen, die ganz oder teilweise in Richtung des Meridianes fließen. Dies Bild stellt einen Querschnitt durch den Golfstrom dar, und zwar von Florida, links, nach der Bahama-Bank. Es sind die Kräfte der Erdrotation, die das schwerere kalte Wasser nach Westen gegen die Floridanische Küste emportreiben. Sie sehen, daß stellenweise 10° warmes Wasser flacher als in 180 m

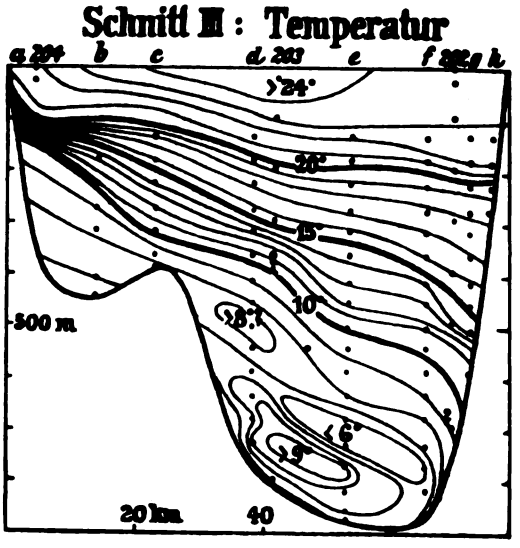


Abb. 5. Temperaturquerschnitt durch den Golfstrom.

Tiefe liegt. Dabei sind die Messungen dieses Bildes im kältesten Monat, Februar, vorgenommen. Aus dem, was ich vorhin sagte, geht hervor, daß der kälteste Monat betreffs des kalten Tiefenwassers nicht etwa der günstigste, sondern der ungünstigste Monat ist. Es liegt in der kältesten Zeit relativ tief, während gleichzeitig das Oberflächenwasser relativ kalt ist. Die jahreszeitliche Schwankung ist aber überhaupt in allen in Frage kommenden Gebieten sehr klein, zwischen 1 und 4 Grad. Die technische Aufgabe also ist, Wasser aus 200—400 m Tiefe heraufzuholen. Es gibt für sie die verschiedenartigsten Lösungen. Eine sehr einfache bietet sich, worauf ich in freundlicher Weise aufmerksam gemacht worden bin, in den Fällen, wo die Anlage auf relativ jungem Korallenkalk steht. Dort darf man mit einer siebartigen Zerklüftung des Gesteins bis in mehrere hundert Meter Tiefe hinab rechnen. Man braucht dann bloß einen senkrechten Schacht in die gewünschte Tiefe, eventuell unter Anwendung des Gefrierverfahrens, niederzubringen, und ihn im oberen Teile auszukleiden, im unteren Teile aber ohne Auskleidung zu lassen. So günstige Verhältnisse werden aber selten sein. Im allgemeinen Falle haben die angestellten Rechnungen ergeben, daß es am billigsten kommt, zuerst die Brandungszone durch einen kurzen Tunnel zu umgehen und in etwa 15—20 m Tiefe Rohrleitungen anzuschließen, welche auf rohe Steinschlagschüttungen an dem Hange der Küste als ein Stück verlegt werden. Das Gewicht solcher Leitungen unter Wasser kann man ja ganz nach Belieben einrichten und so wählen, daß ohne Knickgefahr das ganze, vielleicht 1000 m lange Rohr von einem Fahrzeuge aus versenkt werden kann. Das ist eine sehr viel kleinere technische Leistung als das Ausfahren großer Brückengitterbalken. Das Gewicht des Rohres beträgt höchstens einige hundert Tonnen, nämlich so viel, als nötig ist, um in der Strömung genügend sicheres Verlegen zu erreichen. Dementsprechend ist es auch keineswegs erforderlich, daß das Rohr nach dem Versenken in der ganzen Länge aufliegt. Es genügt vollkommen, wenn zwei oder drei Schüttungshügel sorgfältig vorbereitet werden. (W. 119) (Fortsetzung folgt.)

Holzrohrdüker des Badischen Murgkraftwerkes.

Von Reg.-Baumeister K. Armbruster, Freiburg i. Br.

Am 22. Oktober v. J. sind die letzten Erweiterungen des Murgkraftwerkes, welche die Zuführung der Raumünzach mit ihren Quellbächen Biberach und Hundsbach nach der Schwarzenbach-Talsperre umfassen, in Betrieb genommen worden.

Das interessanteste Bauwerk dieses Bauabschnittes ist der im Hundsbachtal verlegte Holzrohrdüker, der den Zweck hat,

Digitized by Google

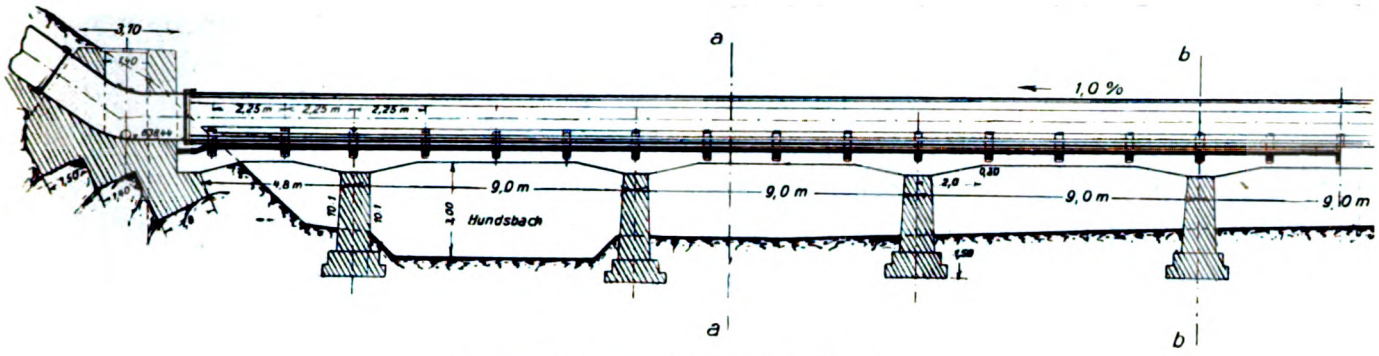


Abb. 1a. Talübergang mit linksseitigem Fixpunkt.

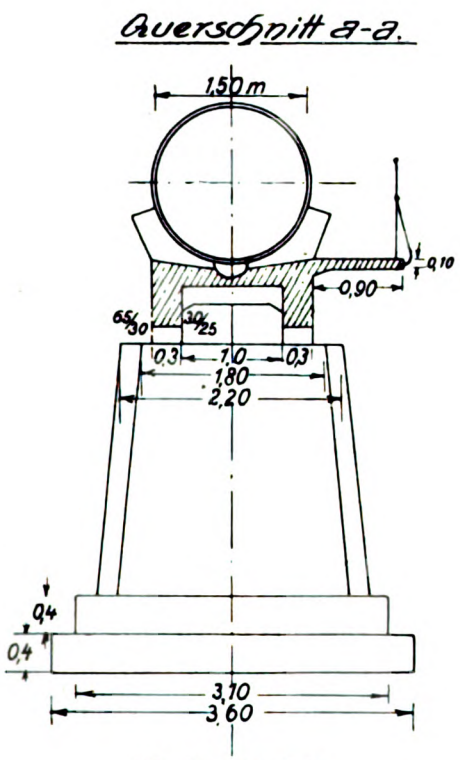


Abb. 1b. Querschnitt.

die vom tief eingeschnittenen Hundsbachtal getrennten Biberach- und Raumünzachstollen miteinander zu verbinden. Wegen der großen Entfernung der Stollenenden von rund 500 m und der höchsten Höhe über der Talsohle von 48 m war es nicht möglich, das Tal zu überbrücken. Das Biberachwasser mußte daher in einer Rohrleitung zunächst nach der Talsohle geleitet und von da an dem jenseitigen Hang wieder hinauf nach dem Raumünzachstollen gedrückt werden. Da es sich um den Transport von Wassermengen bis zu 5500 l/sec handelt, war für die Dükerleitung ein innerer Durchmesser von 1,50 m erforderlich. Das Staatliche Bauamt Forbach ist nach eingehender Prüfung zur Erkenntnis gelangt, daß bei diesen gewaltigen Abmessungen eine Holzrohrleitung sowohl dem Eisen als auch dem Eisenbeton gegenüber große Vorteile bietet.

Infolge der großen Elastizität des Baustoffes Holz schmiegt sich das Holzrohr in überraschend vollkommener Weise dem Gelände an; auch bei dem großen Innendurchmesser von 1,50 m war es möglich, ohne besondere Formstücke Krümmungen von 45 m Radius zu erzielen. Nur bei dem scharfen Uebergang des steilen Talhanges in die Talsohle mußte ein eiserner Krümmer verwendet werden. Dieser Krümmer bildet den tiefsten Punkt der ganzen Rohrleitung, es wurde deshalb auch hier ein Leerlauf und eine Einsteigöffnung vorgesehen. Die beiderseitigen Anschlüsse der Holzrohrleitung an dieses eiserne Formstück wurden in einwandfreier Weise durchgeführt; obwohl hier eine Druckhöhe von 45 m Wassersäule vorhanden ist, sind diese Anschlüsse vollständig dicht. Die Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen vereinfacht und verbilligt erheblich die Ausführung eines derartigen Bauwerkes.

Das Holzrohr wurde nach der kontinuierlichen Bauweise an Ort und Stelle aus einzelnen Dauben und Spannringen zusammengebaut. Zur Verwendung gelangte ausgesuchtes Tannenholz. Die Dauben sind nach dem System der Holzrohrbau A.G., Freiburg i. Br., bearbeitet. Im fertigen Zustand betrug die Wandstärke 55 mm.

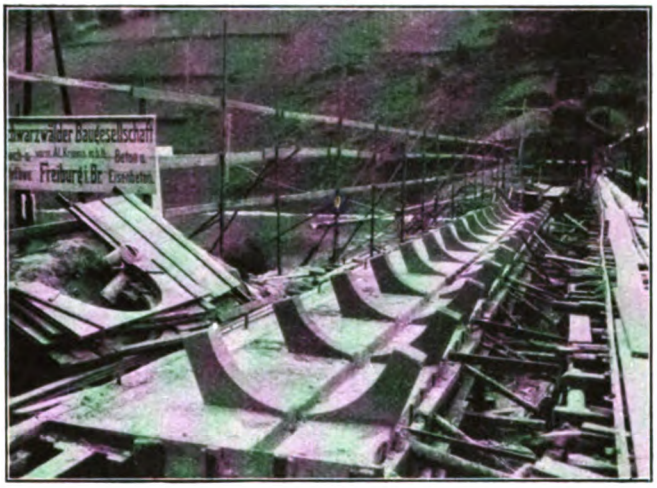


Abb. 2. Bau der Eisenbetonbrücke mit Rohrsättel.

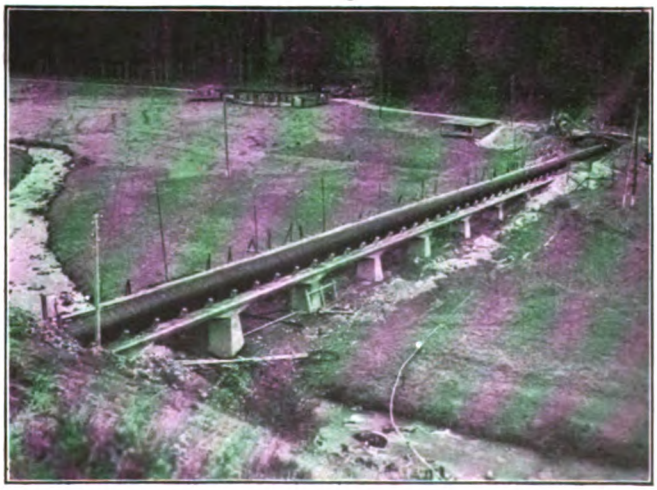


Abb. 3. Blick auf Eisenbetonbrücke mit offen verlegter Holzrohrleitung.

Digitized by Google

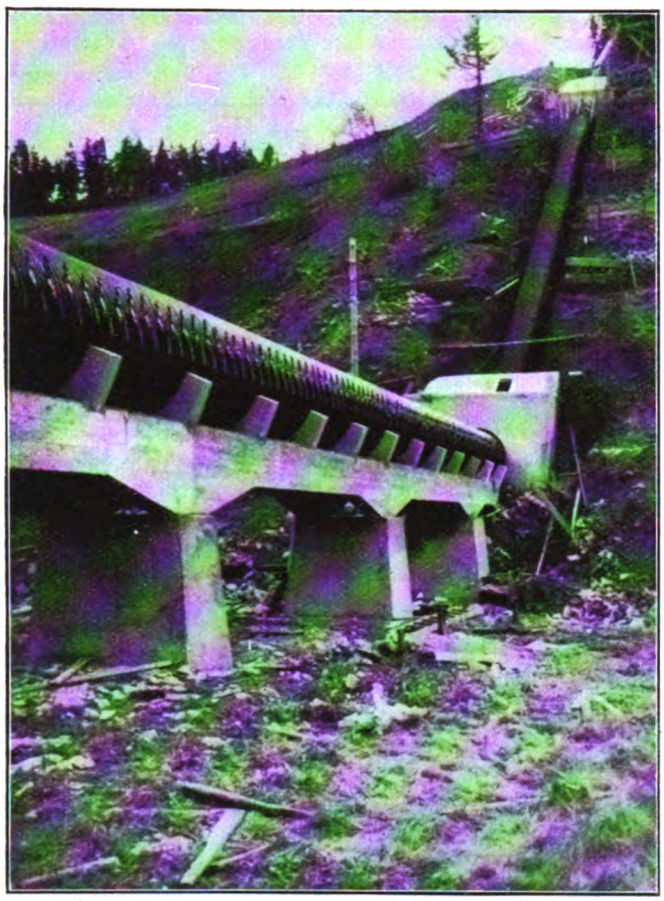


Abb. 4. Verankerung des Holzrohres in Betonklötzen.

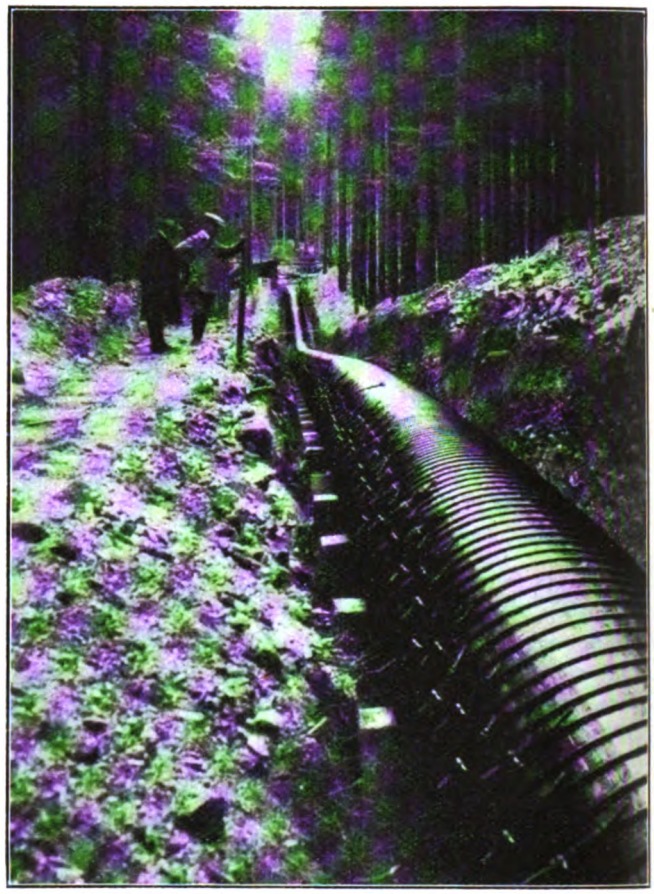


Abb. 6. Das Holzrohr schmiegt sich vollständig dem Gelände an.

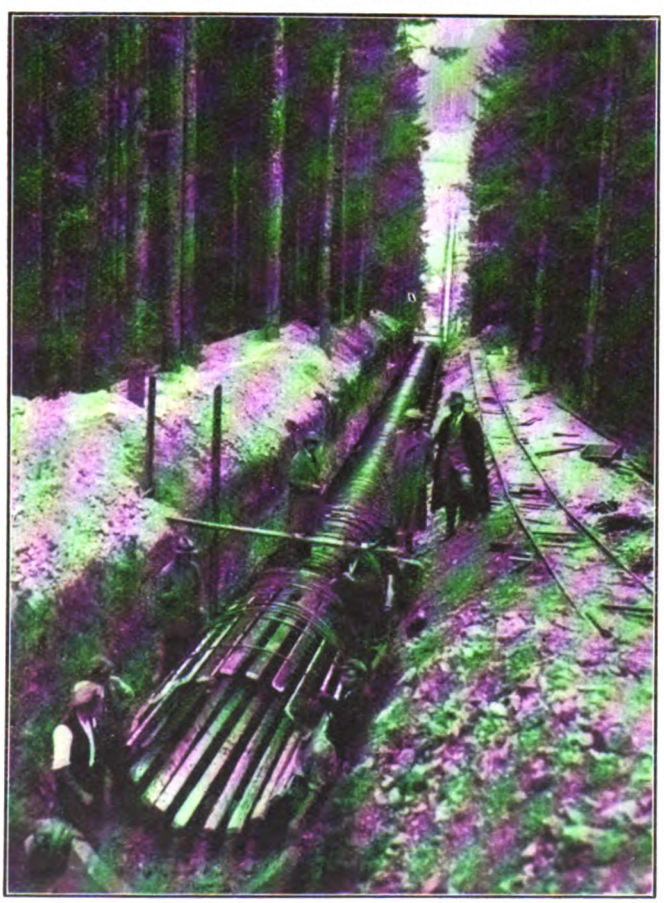


Abb. 5. Zusammenbau des Holzrohres an Ort und Stelle.

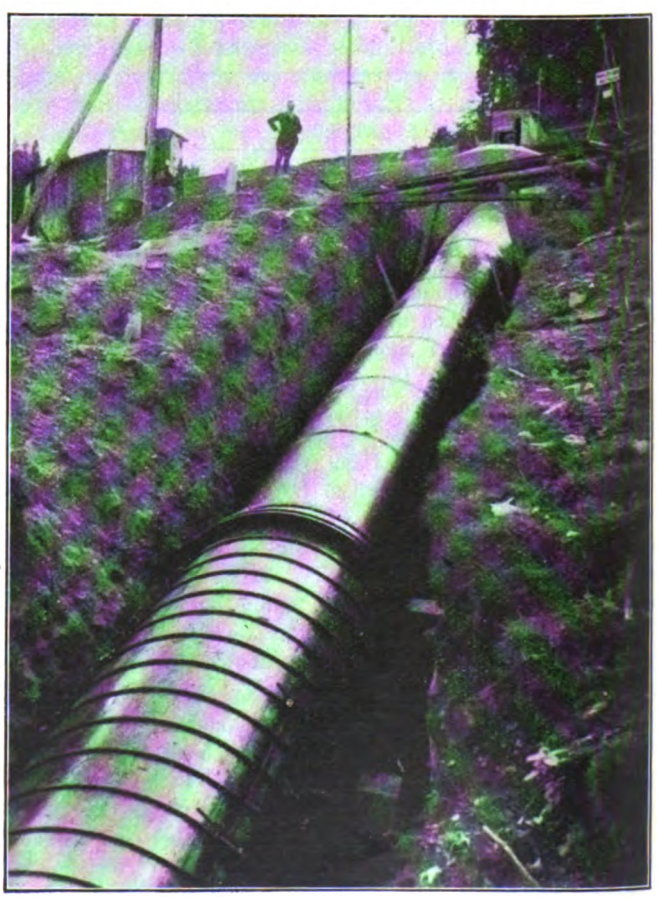


Abb. 7. Uebergang von Holz auf Eisen.

Digitized by Google

Je nach den Innendrücken sind die eisernen Spannringe berechnet. Bei wechselndem Abstand erhielten die Rundeisen eine Stärke von 19—22 mm.

Die Auflagerung erfolgt in jeweiligem Abstand von 2,30 m auf Betonsättel. An den Talhängen wurde die Leitung in die Erde verlegt, während an der tiefsten Stelle im Hundsbachtal das Holzrohr offen auf einer 90 m langen Eisenbetonbrücke überführt wurde. Es war dies die billigste Lösung. Die Erdarbeiten wären hier in dem wasserhaltigen, mit großen Findlingen durchsetzten Boden sehr teuer gekommen, ebenso hätte man für die Entleerung des Dükers eine kostspielige besondere Leitung bauen müssen. Schädliche Temperatureinflüsse waren für das offene Holzrohr nicht zu befürchten, auch mußten keine besonderen Dilatationsvorrichtungen vorgesehen werden. An den vier größten Geländeknickpunkten wurde das Holzrohr in kräftigen Betonklötzen verankert.

Eine besondere Behandlung war für die Anschlüsse der Holzrohrleitung an die beiderseitigen Stollen erforderlich. Da bei Niederwasser die obersten Aeste des Dükers nicht vollständig mit Wasser gefüllt sind, durfte hier kein Holzrohr verwendet werden. Grundbedingung für die unbegrenzte Haltbarkeit eines Holzrohres ist ja dauernde Wasserfüllung. Es wurden daher hier andere Baustoffe gewählt, und zwar auf der Biberachseite ein 21 m langes Eisenrohr (da hier beim Einlauf des mit großem Gefälle herabschießenden Niederwassers erhebliche Wassergeschwindigkeiten auftreten), auf der Raumünzachseite ein 35 m langes Eisenbetonrohr. Der Uebergang von Holz auf Eisen,

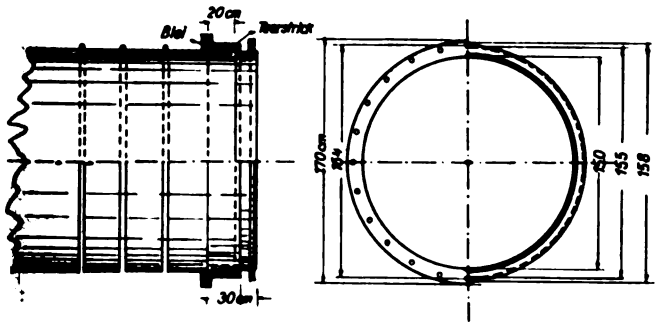


Abb. 8. Uebergang von Holz auf Eisen.

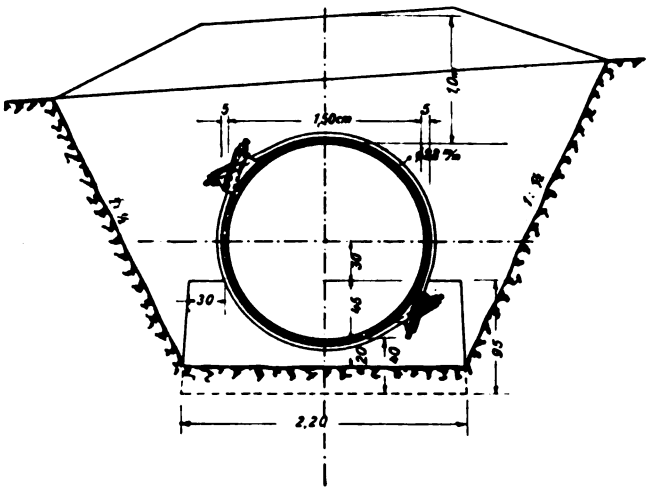


Abb. 9. Normaler Querschnitt der verdeckten Holzrohrleitung.

bzw. Beton macht keine Schwierigkeiten, da er nach bewährten Beispielen von einer erfahrenen Firma ausgeführt wurde.

In dem schwierigen Gelände konnte der Holzrohrdüker 30% billiger und bedeutend rascher ausgeführt werden. Die Kostenersparnisse waren jedoch nicht allein ausschlaggebend. Von viel größerer Bedeutung war die Tatsache, daß die kohlensäurehaltigen Wasser, wie sie in dem Mittelgebirge meistens vorkommen, die Eisenrohrleitungen trotz bester Anstriche immer wieder angreifen. Dies ist bei den Holzrohren naturgemäß nicht der Fall, ein Holzrohr braucht überhaupt keinen Innenanstrich. Da eine derartige Druckrohrleitung auch ständig mit Wasser gefüllt ist, besteht absolut keine Fäulnisgefahr. Es sind daher nicht nur die Baukosten, sondern auch Unterhaltungskosten geringer, und in vorliegendem Falle kann auch mit einer bedeutend größeren Lebensdauer gerechnet werden. Die Ausführung des Holzrohrdükers erfolgte in der kurzen Bauzeit von drei Monaten durch die Holzrohrbau A.G. Freiburg zusammen mit der Schwesterfirma Schwarzwälder Baugesellschaft, welche die Erd-, Beton- und Eisenbetonarbeiten übertragen bekam.

(W. 946)

Persönliches.

Landesbaurat Dipl.-Ing.

A. Menge,

Vorstandsmitglied der Bayernwerk-A.-G., Walchenseewerk-A.-G. und Mittlere Isar-A.-G. wurde auf einstimmigen Antrag der Maschinen- und elektrotechnischen Abteilung der Technischen Hochschule Stuttgart in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um den Ausbau der bayerischen Wasserkräfte für die gesamte deutsche Elektrizitätswirtschaft zum **Dr.-Ing. e. h.** ernannt.

Rundschau

Energiewirtschaft.

Parallelarbeiten von Wasser- und Dampfkraftwerken.[1])

W. E. Mitchell und I. M. Gallalee besprechen die Zusammenarbeit zwischen der Alabama Power Company und der Georgia Power Company, welche 1921 ihre Netze durch eine 110 000 Volt-Leitung von Gadsden in Alabama nach Lindale in Georgia verbanden. Ost-Georgia und Alabama haben eine Zeitdifferenz von einer Stunde, weshalb die Belastungsspitzen in beiden Netzen zu verschiedenen Zeiten eintreten. Der durchschnittliche Belastungsfaktor in Georgia ist rund 33%, während er in Alabama mit seinen Grubenbezirken ungefähr 57 beträgt. Die Vorteile des Parallelarbeitens beider Netze sind beträchtlich, besonders seitdem ein besonderer Arbeitsausschuß gebildet ist, in welchen jede der Gesellschaften einen Vertreter schickt. Dieser Ausschuß kommt monatlich zusammen und tauscht Informationen über Leistung von Dampf- und Wasserkraftwerken, verfügbaren Wassermengen, Spannungsregulierung, Lastverteilung und Netzschutz. Weiterhin wurde ein Ingenieur-Ausschuß gebildet, der die Möglichkeiten des weiteren Ausbaues der Netze studiert. Zur Regulierung des Leistungsfaktors sind in der Nähe der Hauptstromabnehmer Phasenschieber aufgestellt, außerdem sind in verschiedenen Kraftanlagen Vorkehrungen dafür getroffen, daß die Generatoren von den Antriebsmaschinen abgekuppelt werden können und als Phasenschieber dienen. Während der Trockenzeit dienen die Wasserkraftgeneratoren zu diesem Zweck,

[1]) „Power", Heft 15 vom 12. Oktober 1926.

Digitized by Google

während der nassen Jahreszeit natürlich die in den Dampfzentralen aufgestellten Maschinen. Zum Zwecke der Konstanthaltung der Frequenz werden die Grundlastwerke herangezogen.

Das Anlagekapital für große Dampfkraftwerke ist beeinflußt von der Lage und dem Wirtschaftskreis, für den die Anlage erstellt wurde. Es beträgt 380—590 Mk. pro installiertes Kilowatt Leistung. Bei den Wasserkraftanlagen sind die Verschiedenheiten natürlich größer. Geschätzt wurden 3 Anlagen: 1. Laufwerk mit 84 000 PS Leistung bei 21,5 m Gefälle, 2. Laufwerk mit 104 000 PS Leistung bei 29 m Gefälle, 3. Speicherwerk mit 104 000 PS Leistung bei 43 m Gefälle. Ein installiertes kW kostet im ersten Fall 483 Mk., im zweiten Fall 480 Mk. und im dritten Fall 683 Mk.

Bei dem heutigen Ausbauzustand von Muscle Shoals kostet das kW-Jahr 106 Mk.; wenn eine 26 700 kW Dampfturbine als Reserve in dieser Anlage arbeitet, so verringern sich die Kosten des kW-Jahres auf 97 Mk. Das genannte Beispiel ist deshalb interessant, weil im Augenblicke des Vollausbaues das mit Wasserkraft allein erzeugte kW-Jahr nur noch 83 Mk. kosten wird, während mit der Zusatzdampfturbine ein kW-Jahr auf 84,5 Mk. zu stehen kommt.

In diesem Zusammenhang darf auf die Ausführungen von Sten Velander in dieser Zeitschrift Heft 3, Seite 19 und Heft 16, Seite 194 verwiesen werden. (W. 879.) Schilhansl.

Elektrizitätsversorgung Frankreichs.[1])

Die Leistungsfähigkeit der französischen Elektrizitätswerke betrug Anfang 1926 rund 5 Mill. kW, davon entfielen rund 3,2 Mill. kW auf Dampf- und rund 1,8 Mill. kW auf Wasserkraftwerke. Frankreich steht mit dieser Leistung unter den europäischen Ländern an zweiter Stelle hinter Deutschland. Die Energieerzeugung in Frankreich erreichte 1925 10 Milliarden kWh, das bedeutet, auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, einen Jahresstromverbrauch von rund 250 kWh. Die entsprechenden Zahlen für die Schweiz sind 900, für Deutschland etwa 600—700,[2]) für Italien 186 und für England 177 kWh. (W. 165.)

Einfuhrabgabe auf elektrische Arbeit in Italien.

Da Italien selbst das größte Interesse hat, seine Wasserkräfte voll auszunutzen und möglichst wenig Geld, sei es für Kohle oder für eingeführte elektrische Arbeit, ins Ausland gehen zu lassen, wurde durch königliches Dekret vom 12. März 1927 ein Gesetz in Kraft gesetzt, wonach für die Einfuhr elektrischer Arbeit eine besondere Bewilligung erforderlich ist. Auf eingeführte elektrische Arbeit soll eine Abgabe von 2½ Cents je kWh erhoben werden.

Italien ist mit der Unterstützung des Ausbaues der eigenen Wasserkräfte stets großzügig und vorbildlich vorangegangen[1]) und zieht bekanntlich in außerordentlich hohem Maße die Wasserkräfte des früheren Südtirols heran. Selbst bis zu den Nordtiroler Wasserkräften hat Italien, allerdings vergeblich, seinen Einfluß geltend zu machen versucht. (W. 175.)

Wasserkraftanlagen.

Pumpenspeicheranlage an der Edertalsperre.

Das im Bau befindliche Kraftwerk Hemfurth II der Oberweser A.G. Kassel wird nunmehr ebenfalls als Tagespumpenspeicher ausgeführt, um die Belastungsspitzen vom Kraftwerk Hemfurth I decken zu können, da sich die Spiegelhaltung der Edertalsperre nach den wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten richten muß, und demzufolge eine stete Anspannung des Spiegels nicht zulässig ist.

Zur Aufstellung gelangen drei Maschinensätze, von welchen die beiden Speichersätze folgende Anordnung mit vertikaler Welle erhalten: Zu unterst die Pumpen für eine Förderhöhe von 37,5 m³/sec und einem Kraftbedarf von 8350 PS. Die gemeinsame Drehzahl ist 250. Ueber eine leicht lösbare starre Kupplung folgt sodann nach aufwärts eine vertikale Spiralturbine mit Blechgehäuse für ein Gefälle von 41,0 m und eine Leistung von 7860 PS bei 18,1 m³/sec.

Zu oberst folgt der Generator für 7700 kVA mit Kühlung in geschlossenem Kreislauf.

Beim dritten Maschinensatz kommt die Pumpe in Fortfall. (W. 173.)

Wasserkraftmaschinen.

Fortschritte im Kaplan-Turbinenbau.

Die bisher stärksten Kaplan-Turbinen sind unlängst der Karlstad Mekaniska Verkstad, Verkstaden, in Auftrag gegeben worden. Diese zwei Turbinen werden unter einem Gefälle von 19,4 bis 15,4 m arbeiten, d. i. bisher das höchste mit Kaplan-Turbinen im Dauerbetrieb ausgenützte Gefälle. Die Leistung beim Normalgefälle von 15,4 m ist 15000 PS oder bezogen auf 1 m Gefälle 249 PS, die spezifische Drehzahl dementsprechend 700. Mit Rücksicht auf dieses bisher für Kaplanturbinen noch nicht verwendete Gefälle wurden eingehende Versuche hinsichtlich der Kavitation im Laboratorium von Verkstaden durchgeführt, wobei das Versuchsrad mit bis zu 22 m Gefälle arbeitete. Insbesondere wurden daraufhin Untersuchungen angestellt, ob bei solchen Gefällen Anfressungserscheinungen am Material zu erwarten sind, welche noch nicht unbedingt durch eine Wirkungsgradabnahme, d. i. durch augenfällige Ueberschreitung der Kavitationsgrenze, sich bemerkbar machen müssen. Diese eingehenden Versuche haben ergeben, daß unter Verwendung geeigneter widerstandsfähiger Baustoffe und entsprechender Rücksichtnahme beim Entwurf Gefälle auch über 20 m beherrscht werden können, entgegen den bisher mehrfach ausgezogenen Anschauungen.[1])

Die Ausführung dieser 15 000-PS-Turbinen erfolgt ähnlich wie im Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, Seite 323, gezeigt, mit einem in die Nabe des Laufrades eingebauten Servomotor, wobei das Regulierventil ebenfalls in der Nabe liegt (Patent Englesson). Kurz vorher hat Verkstaden seine 31. Kaplan-Turbine, nämlich eine weitere Turbine für die Anlage Gävle, in Auftrag erhalten. (W. 174.)

Literatur

Buchbesprechungen

Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Werke Oesterreichs. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein in Wien. 214 Seiten, Wien 1926. Verlag des Elektrotechnischen Vereins.

Nach mehrjähriger Unterbrechung gibt der Elektrotechnische Verein in Wien im Einvernehmen mit dem Verband der Elektrizitätswerke wieder eine gegen früher völlig umgearbeitete, außerordentlich eingehende Statistik heraus. Der erste Abschnitt enthält ein alphabetisches Verzeichnis der Werke mit Seitenhinweisen, der zweite Abschnitt statistische Angaben über Maschinenleistungen, Verteilungsmittel und Versorgung der Werke über 20 kW Anschlußwert, also herab bis zu den kleinsten. Im dritten Abschnitt sind für die Werke mit mehr als 500 kW Leistung die Be-

[1]) Nach „V. d. I.-Nachrichten" 1927, Nr. 19.

[2]) Diese Zahl gilt für die Gesamterzeugung (einschl. der Selbstverbraucher, Bahnen, Industrie), also in Parallele zu den Zahlen für die anderen Länder. — Auf öffentl. Versorgung allein treffen 185 kWh je Einwohner (Schweiz: 530).

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 5, S. 50; 1922, Heft 18, S. 357, und Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 171.

[1]) In „La Houille Blanche" 1927, Nr. 121, 122, S. 26, gibt Alexandre Perrig die zulässige Gefällshöhe auf 15 m an, bei einer spezifischen Drehzahl von 600. Diese aus dem Jahre 1924 entnommenen Angaben sind heute überholt.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 10 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Februar 1927 — 30. April 1927.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
132	**Mangfall** Vom Willinger Wehr bis zur Kreuzung mit der Lokalbahn Aibling-Feilnbach	Donau, Inn	Werk III der Baumwollspinnerei Kolbermoor	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Baumwollspinnerei Kolbermoor	17,5 4,5	8,58 5,45	1502 247	1244 247	Laufwerk 1 Kaplan- und 1 Francisturbine	Versorgung des eigenen Fabrikbetriebes und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Neubau Ausnützung des Gefälles der Mangfall und des Restgefälles des Triftbaches
133	**Schwarzecker Bach** Von km 4,840 bis km 4,600	Donau, Inn, Salzach Berchtesgadener Ache, Bischofswiesener Ache	Triebwerk in Loipl	Bez.-A. Berchtesgaden Reg.-Bez. Oberbayern	F. W. Graf in Loipl Gemeinde Bischofswiesen	0,090	19,3	17	14	Laufwerk Freistrahlturbine	Licht- und Kraftversorgung für eine Silberfuchsfarm	Neubau Bereits begonnen
134	**Grasensee Bach** bei Federling	Donau, Inn, Rott	Triebwerk bei Federling	Bez.-A. Pfarrkirch Reg.-Bez. Niederbayern	Paul Grundig in München	0,65	3,20	22	17	Laufwerk Turbine	Eigenversorgung (Schmuckfedernfabrikation)	Neubau Wiederaufbau einer 1914 aufgelassenen Triebwerksanlage
135	**Rott** bei Unterdietfurt	Donau, Inn	Furthmühle bei Unterdietfurt	Bez.-A. Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Alois Doriath in Furthmühle, Gemeinde Unterdietfurt	1,70	2,50	45	30	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Bereits im Gang Auswechslung einer Turbine und eines Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{39\ PS_a}{27\ PS_m}$
136	**Röhlingbach** Bei der Einöde Grafenau	Donau, Naab, Pfreimd	Triebwerk bei Grafenau	Bez.-A. Vohenstrauß Reg.-Bez. Oberpfalz	Georg Sailer in Grafenau Gemeinde Weidhaus	0,30	1,40	4	3	Laufwerk Zuppingerrad	Landwirtschaftliche Eigenversorgung	Neubau
137	**Chamb** 0,075 km bis 0,510 km unterhalb der Einmündung des Freybaches	Donau, Regen	Kleinaignermühle	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Franz Schmucker in Kleinaign	2,77	2,03	60	41	Laufwerk 2 Francis-Einradturbinen mit stehender Welle	Mahlmühle, Sägewerk und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Auswechslung zweier Wasserräder gegen 2 Turbinen Bisherige Leistung etwa $\frac{17\ PS_a}{12\ PS_m}$
138	**Haarbach** Ortsgebiet Haarbach	Donau, Vils, Große Vils	Triebwerk in Haarbach	Bez.-A. Vilsbiburg Reg.-Bez. Niederbayern	Paul Schandl in Haarbach	0,10	2,60	3	2	Laufwerk Turbine	Mahlmühle	Umbau

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
139	Bogenbach Bei Mühlbogen	Donau	Triebwerk bei Mühlbogen	Bez.-R. Bogen Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Reizer in Mühlbogen, Gemeinde Perasdorf	0,50	4,18	10	6	Laufwerk 3 oberschlächtige Wasserräder	Mahlmühle und landwirtschaftliche Eigenversorgung	Umbau
140	Flußgraben bei der Ortschaft Eckershof, unmittelbar oberhalb der Staatsstraßenkreuzung Bayreuth-Neuenmarkt	Rhein, Main, weißer Main, Trebgast	Triebwerk bei Eckershof	Bez.-R. Bayreuth Reg.-Bez. Oberfranken	Peter Masel in Eckershof	0,044	14,35	7	5	Laufwerk Freistrahlturbine	Mahlmühle	Umbau Bisherige Leistung 3 PS a 2 PS m
141	Glan Ortsgebiet Odernheim	Rhein, Nahe	Bann- oder Obermühle in Odernheim	Bez.-R. Rockenhausen Reg.-Bez. Pfalz	Firma C. Leitbach in Odernheim	5,53	2,09	122	85	Laufwerk 2 Turbinen	Mahlmühle und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Wehrerhöhung um 20 cm. No 124 behandelt die Vertiefung des Unterwasserkanals Bisherige Leistung $\frac{81 \text{ PS}_a}{60 \text{ PS}_m}$

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 15, 39, 55, 75 und 84 wurden in Betrieb genommen. Nr. 34 und 126, Gesuche wurden zurückgezogen.

(W. 161.)

triebsmittel angeführt, darunter ziemlich eingehend jene für die Wasserkraftanlagen, nebst deren hydraulischen Daten. Ein vierter Abschnitt stellt die elektrischen Bahnen Oesterreichs mit umfassenden Angaben zusammen, und am Schlusse finden sich einige statistische Auswertungen allgemeiner Art.

Der vorliegende Band der österreichischen Statistik bietet viele Anhaltspunkte, insbesondere auch durch die eingehenden Bemerkungen über die Zusammenhänge der Werke, geplante Vergrößerungen usw. (W. 166.) Ing. C. Reindl.

Die Talsperre bei Mauer am Bober. Von Baurat Dr.-Ing. e. h. C. Bachmann, 23 Seiten mit 15 Abb. und 1 Uebersichtskarte der Elektrizitätsversorgung Mittelschlesiens. Selbstverlag des Provenzial-Elektrizitätswerkes, Hirschberg (Schles.). Preis 1 RM.

Die Talsperren im Queis bei Marklissa und Goldentraum. 45 Seiten mit 9 Abb. und 1 Uebersichtskarte der Elektrizitätsversorgung Mittelschlesiens. Selbstverlag des Provenzial-Elektrizitätswerkes, Hirschberg (Schlesien). Preis 1 RM.

Die beiden Schriftchen geben eine anschauliche Darstellung der wasserwirtschaftlichen, insbesondere dem Hochwasserschutz zugute kommenden Bedeutung der schlesischen Talsperrenanlagen sowie von der Ausführung der Gesamtanlagen. Zahlreiche Abbildungen der Einzelheiten unterstützen die kurzen Ausführungen aus der Feder des um die schlesische Wasserwirtschaft so verdienten Verfassers. Inhalt und Zweck (zugunsten insbesondere der Hinterbliebenen der beim Bau verunglückten Arbeiter) rechtfertigen weite Beachtung der beiden gut ausgestatteten Heftchen. (W. 821.) Ing. C. Reindl.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

27d, 3. A. 45 687. Akt.-Ges., Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz. Mehrstufige, aus Metall bestehende Hochvakuumpumpe nach dem Diffusionsprinzip. 10. 8. 25.

Letzter Tag des Einspruchs: 5. 7. 1927.

59b, 2. L. 63 628. H. Lehmann & Cie. Maschinenfabrik, Kaiserslautern. Pumpe, insbes. Kreiselpumpe, für unreine Flüssigkeiten. 13. 7. 25.

59b, 2. W. 66 232. Weßlinger Gußwerk, G. m. b. H., Wesseling a. Rh. Kreiselpumpe, deren Welle ohne Stopfbüchse mittels eines die Flüssigkeit durch einen Ringspalt zurückdrückenden Flügelrades abgedichtet wird. 22. 5. 24. Kölner Messe. 11. 5. 24.

59b, 3. B. 114086. Hermann Bock, Obernigk, und Ernst Holland, Waldenburg-Altwasser. Vorrichtung zur Achsialdruckentlastung. 14. 5. 24.

59b, 4. W. 70 956. Karl Wernert, Müller-Ruhr, Weißenburger Straße 2a. Regelvorrichtung für die Saugseite von Kreiselpumpen, Verdichtern und dgl. 9. 11. 25.

59b, 5. K. 102 217. Friedr. Köster, Heide i. Holstein. Propellerpumpe senkrechter oder schräger Achsrichtung. 27. 12. 26.

88a, 4. T. 26 017. Harvey Birchard Taylor, Philadelphia, V. St. A. Freistrahlturbine mit achsialer Beaufschlagung. 14. 11. 21. V. St. Amerika 20. 11. 20.

88a, 6. V. 20 450. J. M. Voith Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz, Württbg. Verfahren zur Regelung von Kraftmaschinen für Spitzenbelastung. 24. 7. 25.

84c, 2. R. 60 317. Ferdinand Rauwald, Essen-Ruhr, Schinkelstraße. Spundwand aus kastenförmig zusammengefügten Profileisen. 15. 2. 24.

84a, 3. T. 32 229. Dr.-Ing. Karl Thürnau, Darmstadt, Niebergallweg 22. Anlage zur Wasserkraftvernichtung. 16. 8. 26.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 13 1. JULI 1927

Aus dem Inhalt: Die Meereswärme als Energiequelle. / Einfache Nomogramme für Wasserkraftprojektierung. / Das Wasserversorgungswesen in Holland. / Rundschau: Die Ueberschwemmungen des Mississippi. / Saugheber als Hochwasserentlastung für einen Erddamm. / Vereinheitlichung der Wasserkraftgrößen. / Anfahren und Auslaufen von Turbo-Dynamo. / Buchbesprechung. / Verbandsnachrichten: Notgesetz betr. Abänderung des Thüringischen Notgesetzes über die Nutzung öffentlicher Gewässer. / Zur Aenderung des Wasserrechtes in Thüringen.

Die Meereswärme als Energiequelle.

Von Dr. E. Bräuer, Berlin.

Vortrag vor dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband am 10. Februar 1927 zu Berlin.

(Fortsetzung aus Heft 12, S. 170.)

Wenn man nun die Leitung hat, so muß man das Wasser noch durch sie hindurchbewegen. Die Kräfte, die dazu erforderlich sind, sind, trotz der Größe der Wassermengen, verhältnismäßig klein. Man muß immer bedenken, daß sie, bildlich gesprochen, nur Verluste sind, welche von einer nutzbaren Gefällhöhe von 20—30 m abgehen. Sie bestehen einmal darin, daß das kalte Wasser gegen den Unterschied seines spezifischen Gewichtes gegen das warme Wasser angehoben werden muß. Das entspricht einem Gefälle von 10—30 cm. Größer ist der Reibungsverlust. Man muß in dem Rohre und in dem Kondensator mit einem Reibungswiderstande rechnen, welcher zwischen einem halben und drei Meter Wassersäule liegt. Bei vorsichtigster Ansetzung des Pumpenwirkungsgrades usw. gelange ich in summa, also für das kalte und warme Wasser zusammen, zu einem höchsten möglichen Verluste von 17%. Wahrscheinlich wird es im praktischen Falle möglich sein, den Verlust unter 10% zu halten. Die Bewegung des Wassers erfolgt entweder durch Propeller oder nach Art der Mammutpumpen durch eingepreßte Luft.

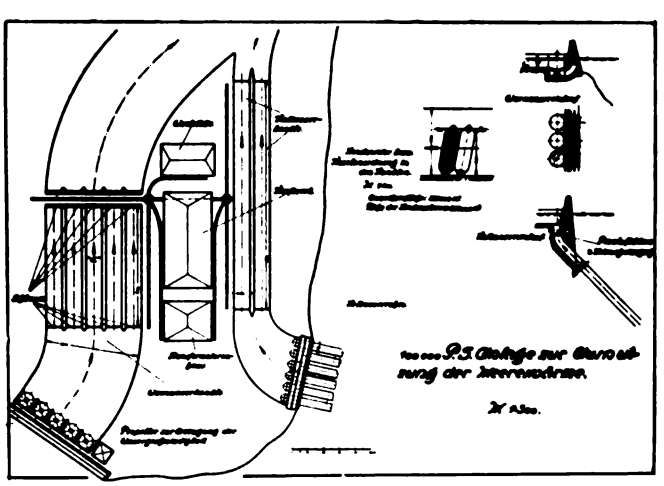


Abb. 6. Meereswärmekraftanlage (maßstäblich) für 100 000 PS Leistung bei Nutzung von 20° Temperaturdifferenz.

Ich möchte Ihnen nun solche Anlagen als Ganzes in Abb. 3 zeigen. Sie sehen hier zunächst den Schnitt durch eine Anlage, welche auf einer Landzunge liegend gedacht ist. Von links tritt das warme Oberflächenwasser, getrieben durch eingeblasene Luft, durch die Kessel, welche als Siederohrkessel gedacht sind, und zum Teil durch die Ueberhitzertrommeln hindurch und fließt nach rechts wieder ins Meer. Dabei ist diese Richtung natürlich so gewählt, daß sie mit der jeweils vorhandenen Küstenströmung übereinstimmt. Allgemein kommen überhaupt nur solche Küstenstellen in Frage, bei denen die Strömung stets in derselben Richtung setzt. An Steilküsten, in dem Gebiete ausgesprochener

Digitized by Google

Meeresströmungen ist diese Bedingung meist erfüllt. Das kalte Wasser strömt durch die Tiefenleitung rechts und die Kondensatoren und fließt ebenfalls nach rechts ab. Die Turbinenanlage ist in der Mitte.

In Abb. 6 sehen Sie eine Anlage für 100 000 PS, die gemeinsam mit Herrn Professor Meineke unter etwas anderen technischen Voraussetzungen, nämlich Steilrohrkesseln, statt der Siederohrkessel, entworfen ist.

Wie hoch sind nun die Kosten solcher Anlagen zu veranschlagen? Ich erlaube mir, zum Vergleich sie gegenüberzustellen den Durchschnittswerten, welche ich der Liste 35 der „Landeselektrizitätswerke" von Schönberg und Glunk entnehme. Die Leistung sei 192 000 kW. Verglichen werden Dampfkraftanlagen mit Steinkohlenfeuerung (7000 Kal./kg) und ein Meereswärmekraftwerk. Angenähert gleich Kosten in beiden Fällen sind:

Grunderwerb, Zufahrtsgleise usw., Gebäude usw., Turbogeneratoren, Hausturbinen, Hilfs- und Nebenbetriebe, Verbindungsleitungen und Schaltanlage, Fracht, Verpackung, Montage, allgemeine Unkosten, Projektierung, Bauleitung usw.	27 740 000	27 740 000
Fundamente, Schornsteine usw. . .	1 800 000	5 000 000
Kessel mit Einmauerung und Zubehör	9 360 000	22 000 000
Pumpen, Rohrleitungen	1 600 000	2 600 000
Kohlenlager usw.	1 000 000	—
	41 500 000	57 340 000
Kosten je kW	215	300

Die Ausbaukosten sind also erheblich günstiger als bei Wasserkraftanlagen. Bei Schönberg und Glunk wird als Kosten einer normalen Niederdruckanlage 865 Mark, einer günstigen Talsperrenanlage 940 Mark, einer Hochdruckanlage 300—470 Mark unter sehr günstigen Bedingungen angegeben. In sehr guter Uebereinstimmung mit dem obigen Werte 300 Mark pro kW bei einer Meereswärmeanlage steht der ebenfalls auf eine solche Anlage bezügliche Voranschlag von Professor Meineke von 204 Mark pro kW ohne elektrische Ausrüstung.

Das Ergebnis ist also ein außerordentlich günstiges. Selbst wenn die Kosten der neuartigen Teile dieser Anlagen in einem alle Wahrscheinlichkeit übersteigenden Maße unterschätzt sein sollten, so bleiben die Anlagekosten doch innerhalb des Bereiches der Kosten von ausbauwürdigen Wasserkraftanlagen; mit anderen Worten, man hat dadurch in größtem Ausmaße gewissermaßen neue Wasserkräfte zur Verfügung und zwar an Stellen, wo sie dem Verkehre leicht zugänglich sind.

Nun ist mir gesagt worden: Was nützen denn diese schönen neuen Riesenkraftanlagen am Aequator? Dort gibt es doch nur lauter nackte Wilde, die in ihren Grashütten keine elektrische Beleuchtung brauchen, und die sich nicht als Industriearbeiter verwenden lassen. Ich glaube, das ist doch nicht ganz richtig. Länder, wie Java, Cuba, Florida und große Teile von Indien sind in der Dichte ihres Elektrokraftnetzes großen Teilen von Mitteleuropa überlegen. In Bombey sind neben anderen drei Dampfkraft-Elektrizitätswerke von 55 000, 66 000, 45 000 kW. In Kalkutta eines von 80 000, in Roßland (Columbien) eines von 40 000, in Havanna von 64 000. Auf Java wird das Landnetz jetzt schon mit weit über 100 000 kW gespeist und der Ausbau auf das Mehrfache ist im Gange. Der Strombedarf hat also durchaus europäische Ausmaße. Wenn man sich nun versucht, ein Bild davon zu machen, welche energiewirtschaftliche Bedeutung solchen Meereswärmekraftanlagen zukommt, so sieht man zunächst, daß immer nur ein winziger Bruchteil der vorhandenen Wärmeenergie für die Nutzung in Frage kommt. Alles warme Wasser, das auf seinem Wege vom Aequator nach polaren Gegenden keine Küste berührt, scheidet von vornherein aus. Es ist für absehbare Zeit nicht wahrscheinlich, daß man an den Bau von schwimmenden Anlagen herangehen wird, da diese mehrmals teurer als küstenfeste Anlagen, sowohl im Bau wie im Betriebe, zu stehen kommen. Von den Küsten aber ist wieder nur ein kleiner Bruchteil brauchbar und erfüllt drei grundlegende Bedingungen: Genügend hohe erreichbare Temperaturdifferenz im Wasser, sehr steilen Abfall des Landes bis zur Tiefe der kalten Schichten und stetige, genügend starke Strömung des Meerwassers längs der Küste. Das letztere ist deswegen notwendig, um die Abwassermassen des Kraftwerkes wieder loszuwerden, welche sonst die Umgebung auskühlen würden mit dem Ergebnis, daß bald die Leistung des Werkes auf Null sänke.

Wenn wir die tropischen Länder daraufhin der Reihe nach betrachten, so bietet Java nur an der äußersten Südost- und Südwestecke geeignete Verhältnisse. Die ganze indische Festlandküste ist ungeeignet, während Ceylon eine ganze Reihe ausgezeichnet günstiger Küstenpunkte besitzt. Auf dem Festlande von Afrika sind wieder nur sehr wenige Punkte, die in Frage kommen, darunter einer bei Sordwanapoint, etwa 400 km vom südafrikanischen Minendistrikt entfernt. Hier steht freilich nur eine Temperaturdifferenz von 14° im Minimum technisch erreichbar zur Verfügung. Die Anlage würde deshalb etwa doppelt so teuer werden, als in dem oben herangezogenen Beispiele. Gleichwohl dürfte sie bei dem hohen Werte, den die Energie dort hat, wirtschaftlich sein. Am meisten begünstigt ist der amerikanische Erdteil. Auf den Kleinen Antillen erfüllt eine große Anzahl von Küstenpunkten die genannten Bedingungen und zugleich sind dort die Verhältnisse für lokalen Absatz von Energie günstig. Dasselbe gilt für die Cubanische Küste bei Santiago und Havanna. Bei Key West und bei Miami auf Florida wirkt sich der Golfstrom, wie wir sahen, dahin aus, daß das kalte Wasser sehr flach liegt. Vor Key West fällt freilich die Küste zu flach ab, aber in geringer Entfernung von der Stadt liegen am Rande des Steilabfalles mehrere Inselchen mit guten Baubedingungen. Ihre Verbindung nach rückwärts durch das seichte Lagunenmeer dürfte mittels Hochspannungskabel möglich sein. Weitere ausgezeichnete Punkte liegen an der mexikanischen Küste.

Verzichtet man auf den lokalen Absatz von Energie und beschränkt man sich auf die Erzeugung transportfähiger, insbesondere elektrochemischer Produkte, so bietet sich eine sehr viel reichere Auswahl. Die Korallen-Inselchen der Südsee, die kleinen Riffe, die den Sundainseln vorgelagert sind, die Maldiven und Laccadiven, die Nicobaren und Andamanen, die Komoren und Seychellen, weiter die ozeanischen Inseln im Atlantischen Ozean fallen fast alle jäh bis in große Tiefen ab und werden sämtlich von Meeresströmungen bespült. Dabei ist es nicht allzu wesentlich, besonders bei kleinen Inseln, wenn die Strömung im Laufe des Jahres ihre Richtung ändert. Ein Festsetzen ausgekühlter Wassermassen ist natürlich nur an längeren Festlandsküsten möglich. Als neue Bedingung tritt natürlich das Vorhandensein eines Hafens auf, die auch sehr oft erfüllt ist.

Als wichtigstes elektrochemisches Produkt erscheint dabei der Stickstoff, dessen Rohmaterial, die Luft, ferner Wasser und gegebenenfalls Kalkstein, überall vorhanden ist. Die Erzeugung von Aluminium wird dadurch diskutabel, daß ja auch unter den jetzigen Verhältnissen das Ausgangsmaterial, Kryolith und Bauxit, mit großen Transportkosten belastet ist, und zugleich die Rückfracht für das erzeugte Aluminium bilden kann. Die Erzeugung von Soda, Bleichstoffen, Alkali usw. hat neben Stickstoff und Aluminium natürlich geringere Bedeutung, die aber doch nicht unterschätzt werden darf, da die Produkte wertvoll genug sind, um die Transportkosten unwesentlich zu machen.

Digitized by Google

Durch die Verbilligung der Energie wird aber eine ganze Reihe von Verfahren, die jetzt zu teuer sind, wirtschaftlich erst möglich gemacht, zum Beispiel die Verwertung des elektrolytischen Wasserstoffes.

Aber alle diese Möglichkeiten treten zurück neben dem Umstande, daß diese Anlagen als Abfallprodukt ja Kälte erzeugen in Gestalt des den Kondensator immer noch sehr kalt verlassenden Tiefenwassers. Die Möglichkeit, Arbeits- und Wohnräume fast kostenlos zu kühlen, ist zugleich die Möglichkeit der Verwendung weißer Arbeiter, und damit der Industrialisierung eines erheblichen Teiles der Erdoberfläche.

Die technische Arbeit an unserem Problem hat das Stadium der vorbereitenden Untersuchungen überschritten. Jeder technischen neuen Arbeit tritt zunächst eine gefühlsmäßige Ablehnung gegenüber. Das ist so Sitte seit Jahrtausenden und es ist schließlich auch ganz gut, wenn jede Sache gezwungen wird, sich in der Ueberwindung dieses Widerstandes zu klären, zu vertiefen und zu erproben. Gefährlicher ist es, wenn ernste Arbeit mit unreifen Vorschlägen in einen Topf geworfen wird. Dadurch können den ernstesten Untersuchungen schwere Hemmungen entstehen. Ich hoffe, daß auch dieser Punkt jetzt überwunden ist. Die weitere Arbeit muß in drei Etappen vor sich gehen. Zunächst ist die Herstellung eines Laboratoriumsmodelles, welches mehrere Siederohre in natürlicher Größe besitzt, erforderlich. Denn an einem solchen Modell erst sind die genauen Zahlenwerte für den Strömungswiderstand und den Wärmedurchgang zu messen. Ferner ist eine kleine Einheit einer Kohlensäureturbine herzustellen notwendig, um einige bestimmte Festigkeits- und Strömungsfragen an ihr zu entscheiden. Die Kosten dafür sind wenige tausend Mark. Größere Mittel sind für die zweite Etappe erforderlich. Man muß mit einer kleinen Versuchsanlage an Ort und Stelle gehen. Sie sehen diese Anlage in Abb. 7 dargestellt, und zwar unter der Annahme des Einbaues auf dem Unterseebootshebeschiffe „Vulkan". Leider fällt diese Möglichkeit jetzt fort, da dieses Schiff nicht mehr in deutschem Besitz ist. Aber der Einbau ist etwa ebensogut an Bord jedes mittelgroßen Frachtdampfers möglich, ohne daß Aenderungen am Schiffskörper vorgenommen werden müssen. Ein 50 cm weiter Juteschlauch, versteift in der Art der Pumpenschläuche, führt aus Tiefen bis zu 500 m dem Kondensator Kaltwasser zu. Das Warmwasser wird unmittelbar entnommen. Die betriebene Turbine wird zwischen 300—400 PS leisten und das Ansaugen des Wassers selbst besorgen können, nachdem sie einmal fremd angelassen ist. Die Untersuchung hat die Aufgabe, vor allen Dingen Erfahrungen über die Wasserreinheit und über den tatsächlichen Betrieb zu sammeln. Daneben wird man auf der Fahrt eine besonders geeignete Stelle auffinden und untersuchen müssen, um dann an die Ausarbeitung eines landfesten Werkes gehen zu können. Der Bau dieses Werkes dürfte dann kein größeres Risiko enthalten, als es sich bei jedem anderen Erdbau, bei Talsperren und Flußbauten, ergibt. Wenn dieses eine Werk gebaut ist, wird dann wohl die Entwicklung weitergehen.

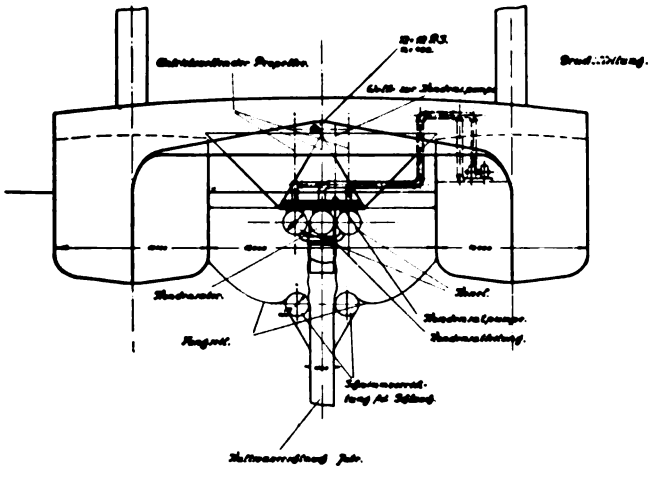


Abb. 7. Forschungsfahrzeug für die Vorbereitung von Kraftanlagen.

Diskussion:

Es wird gefragt, welche Temperaturerhöhung das kalte Tiefenwasser in den Rohrleitungen vor dem Kondensator erfährt. — Entstehen dadurch nicht Verluste, die die Rentabilität gefährden?

Vortr.: Bei einer kleinen Anlage von 10 000 kWh ist diese Temperaturerhöhung auf 0,3° Celsius berechnet worden. Bei großen Anlagen ist sie entsprechend kleiner, also wirtschaftlich unbedenklich.

Geheimrat Rassow, Potsdam, frägt nach der zahlenmäßigen Rentabilität solcher Anlagen.

Vortr.: Aus den genannten Daten geht hervor, daß Meereswärme-Kraftanlagen nur so wenig teurer sind als Dampfkraftanlagen, daß die Ersparnis der Kohle und der Feuerarbeit den Unterschied mehr als ausgleicht. Im Vergleich mit Wasserkräften sind die neuen Anlagen den günstigsten Wasserkraftwerken gleich zu erachten.

Es wird nach dem Gestehungspreise der Kilowattstunde gefragt.

Vortr.: Dieser Preis hängt von der zeitlichen Inanspruchnahme des Werkes ab. Könnte man annehmen, daß das Werk Tag und Nacht voll beschäftigt wäre, so würde die Kilowattstunde nur kleine Bruchteile eines Pfennigs kosten. Doch ist eine solche Annahme praktisch wertlos.

Es wird gefragt, in welchem Verhältnis zu der neuen Kraftquelle die Energiegewinnung aus der Wärme des Erdinnern steht.

Vortr.: Die Gewinnung von Energie aus der Wärme des Erdkörpers ist unter normalen Verhältnissen unwirtschaftlich, weil die Wärmeleitfähigkeit des Gesteins zu gering ist. (W. 119)

Einfache Nomogramme für Wasserkraftprojektierung.[1]

Von Otto H. Schmoller, Charlottenburg.

Nomogramme sollen Rechenarbeit ersparen und das Ergebnis durch Ziehen einer oder höchstens einiger Fluchtlinien noch bequemer und sicherer als der Rechenschieber an Hand geben, wie man es bei raschen Ueberschlägen auf Grund verschiedener Ausgangsannahmen für den ersten Ueberblick braucht. Ist dieser erst da, so kann auch mit genaueren Rechenmitteln weitergearbeitet werden.

In Wirklichkeit wird man die Fluchtlinien zur Schonung des Blattes nicht etwa mit Bleistift einzeichnen, sondern wird ein Lineal benutzen und an dessen Kante ablesen. Sehr bequem ist es, als Lineal einen dünnen, durchsichtigen Zellhornstreifen zu benutzen, um das darunter liegende Nomogramm immer ganz zu überblicken. Die Ablesung erfolgt dann an der geraden Kante oder einer im Streifen eingerissenen feinen Geraden als Fluchtlinie. Arbeitet man, wie im

[1] Das Rechnen mit Nomogrammen hat bei dem Streben nach Vereinfachung aller zeitraubenden mechanischen Rechenarbeit und nach Uebersichtlichkeit über den Einfluß von Aenderungen der einzelnen Größen eine solche Bedeutung erlangt, daß die Darstellung einschlägiger Fragen auch von verschiedenen Gesichtspunkten aus von Wert zu sein erscheint. Wir verweisen dabei auf den Jahrgang 1925 der Zeitschrift: „Das Nomogramm im Projektionsbüro" von Dr. Feifel auf Seite 343, ferner auf Seite 172.

Digitized by Google

folgenden mit Zapfenlinien, so richtet man sich mindestens zwei solcher durchsichtiger Lineale her; das erste gibt den Durchschnitt mit der Zapfenlinie, das zweite läßt man, unter Festhaltung des ersten, um diesen Durchschnittspunkt als Zapfenpunkt schwingen und vermag dann schnell eine passende Reihe zusammengehöriger Werte abzulesen und aufzuschreiben, die den gewünschten Bereich zur Schaffung des ersten Ueberblickes für die Projektierung umfassen.

Der einfachste Fall ist im Bild 1 enthalten, das die Auswertung von

$$N = \frac{10\,Q\,H\,\eta\,\%}{75}\ \text{PS}$$

darstellt. Die linke logarithmische Leiter enthält beispielsweise Wassermengen von 0,1 bis 20 cbm/sec. Die rechte gibt

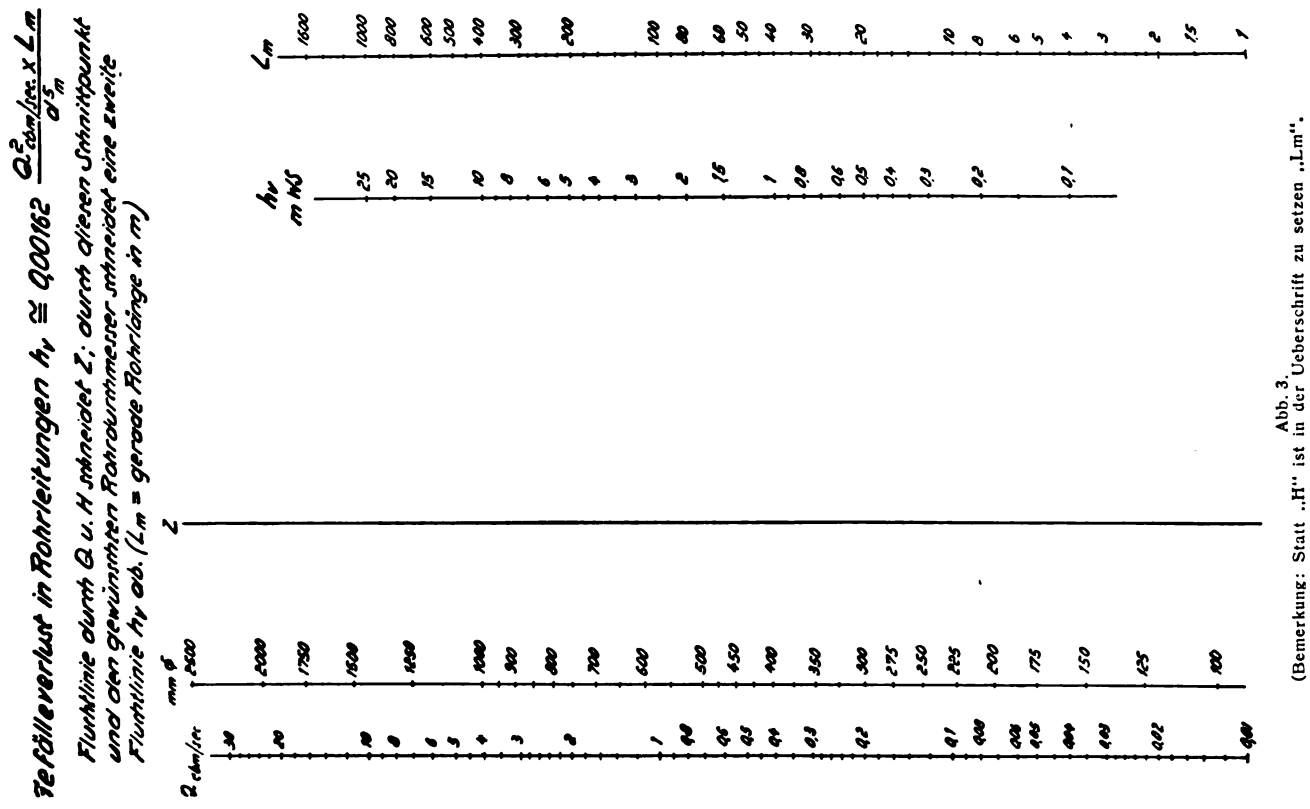


Abb. 3.

(Bemerkung: Statt „H" ist in der Ueberschrift zu setzen „Lm".

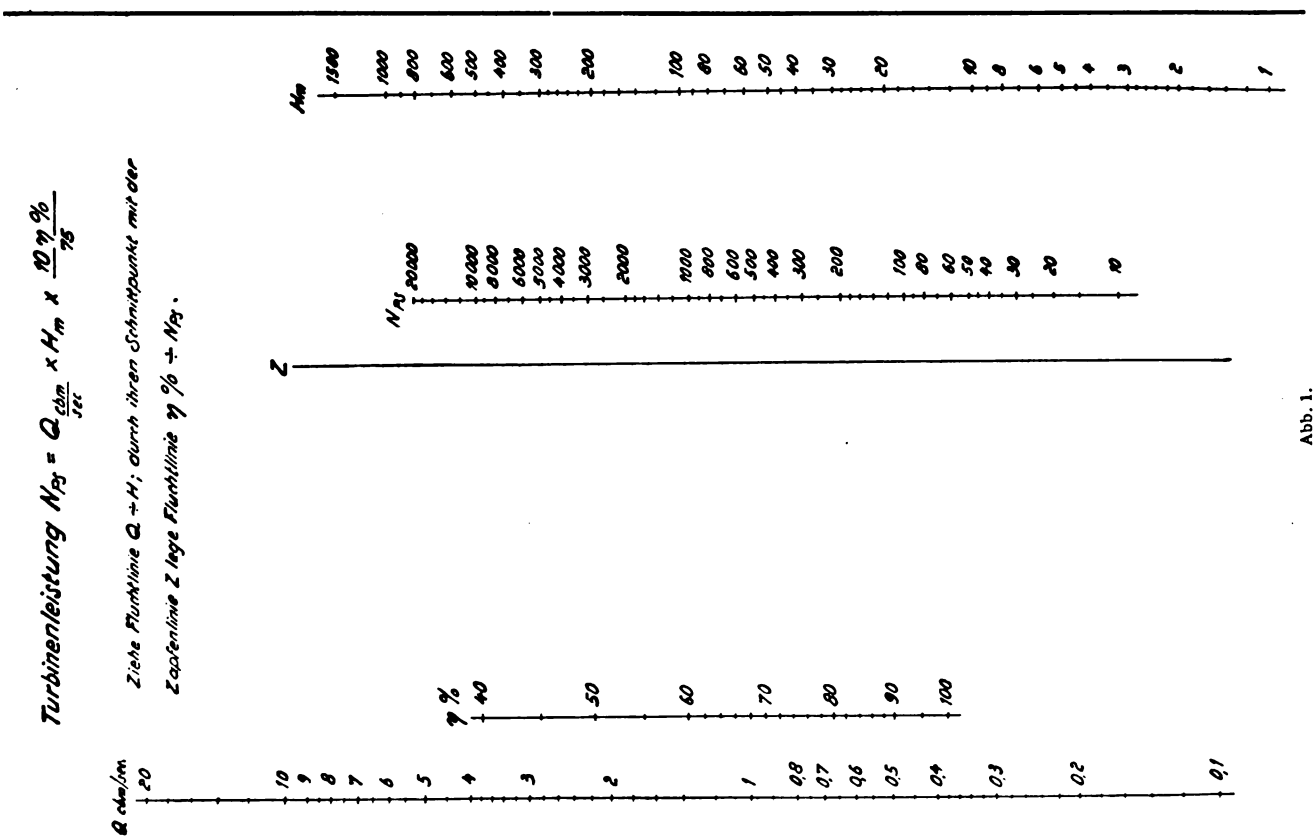

Turbinenleistung
Ziehe Fluchtlinie durch Q und H; durch ihren Schnittpunkt mit der Zapfenlinie Z lege Fluchtlinie η % ÷ Nej.
Nutzgefälle
Nutzleistung
Wirkungsgrad
Wassermenge

Abb. 1.

Digitized by Google

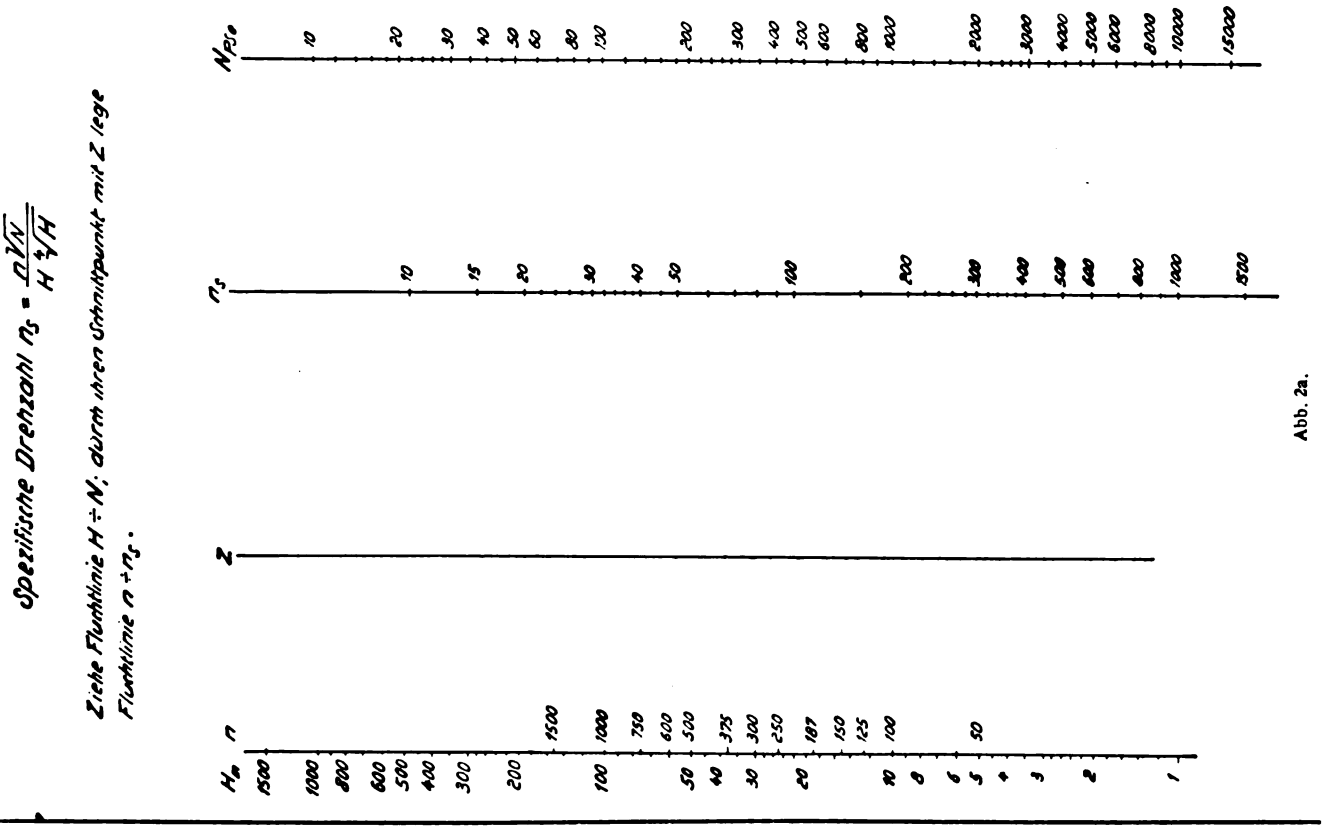


Abb. 2a.

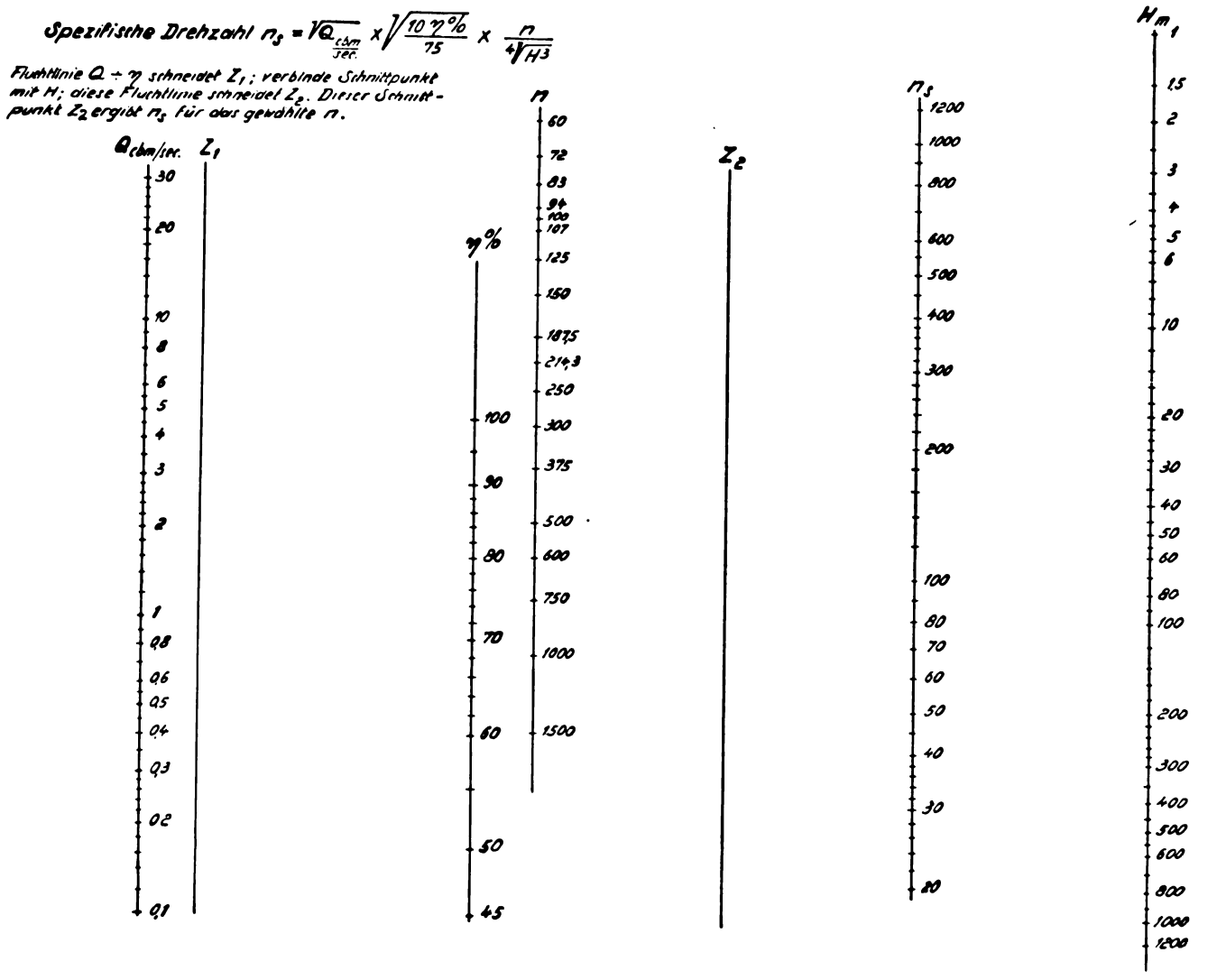

Spezifische Drehzahl $n_s = \sqrt{Q_{\frac{cbm}{sec}}} \times \sqrt[4]{\frac{10\,\eta\,\%}{75}} \times \frac{n}{\sqrt[4]{H^3}}$
Fluchtlinie Q ÷ η schneidet Z_1; verbinde Schnittpunkt mit H; diese Fluchtlinie schneidet Z_2. Dieser Schnittpunkt Z_2 ergibt n_s für das gewählte n.
$Q_{cbm/sec.}$
Z_1
η %
n
Z_2
n_s
H_m

Abb. 2b.

Digitized by Google

die wirksamen Gefälle von 1 bis 1500 m. Zwischen ihnen liegt die Zapfenlinie Z. Links und rechts von dieser liegen die η % und N Leitern.

Nach der auf dem Blatt gegebenen Vorschrift wird mit einem Zellhornlineal die Fluchtlinie Q bis H gezogen (gedacht) und darüber mit dem zweiten Zellhornlineal durch den Zapfenpunkt (Schnittpunkt der ersten Fluchtlinie mit Z) vom angenommenen η %-Punkt aus N PS abgefluchtet und angemerkt. Wahl verschiedener Q bei gegebenen H gibt verschiedene Zapfenpunkte bzw. schließlich N für ein angenommenes η, wie es im allgemeinen zur Gewinnung des ersten Ueberblicks erforderlich ist. Die Q stellen nach Wahl Voll- oder Teilbelastungen der Turbine dar, denen entsprechend auf der η-Leiter die Voll- oder Teilbelastungswirkungsgrade zuzuordnen sind, um die Leistungen N zu erhalten.

Selbstverständlich kann der Projekteur je nach Bedürfnis an Bequemlichkeit oder Genauigkeit die Leitermaßstäbe passend wählen, also das vorliegende Nomogramm in mehrere auflösen, z. B. in eines mit Q von 10 bis 100 cbm/sec, oder eines von 100 bis 1000 und 1000 bis 10 000 lit/sec, ebenso die H-Leiter in Gefälle von 1 bis 10 m, 10 bis 100 m abgrenzen usw., um größere oder genauere Teilungen zu bekommen. Doch dürfte für viele Fälle, eben da es sich um rasches Ueberschlagen und nicht genaues Rechnen handelt, die vorgelegte Probe vollständig befriedigen. Ebenso dürfte für den gleichen Zweck auch die gewählte grobe Teilung ausreichen, unter einfacher Einschätzung der Zwischenstufen, da ja das Genaurechnen erst in zweiter Linie folgt.

Es ist nicht zweckmäßig und eine Verkennung des Sinnes der nomographischen Ermittlung, wenn gleich mit Feinteilung gearbeitet wird; das stört nur.

Die Blätter 2a und 2b geben in Fortsetzung des auf Blatt 1 Ermittelten die zugehörigen spezifischen Drehzahlen. Die linke Leiter in Blatt 2a ist doppelt benützt für H und n, was bei der Uebersichtlichkeit des Ganzen zu Irrtümern nicht führen kann. Im Blatt 2b ist unter Umgehung von N die spezifische Drehzahl gleich aus den Grundzahlen Q und H über das angenommene η abgeleitet; es erfordert ein Versetzen des erst angelegten Lineals. Trotzdem ist dieser Weg manchmal der bequemste.

Im letzten Blatt 3 ist der Gefälleverlust in m W S einer geraden Leitungslänge L m (Krümmer, Schieber usw. in bekannter Weise in gerade Länge umgerechnet) für verschiedene Rohrdurchmesser d dargestellt.

Der Rechnung liegt zugrunde:

$$h_v = \lambda \times \frac{L_m}{d_m} \times \frac{c^2\ m/sec.}{2\,g_m}\ m\,WS$$

$$\frac{\lambda}{2g_m} = 10\,000 \times \beta \simeq 10\,000 \times 10 \times 10^{-8}$$

$$h_v \simeq \frac{16}{1000 \times \pi^2} \times \frac{L_m \times Q^2\ m^3/sec.}{d_m{}^5}\ m\,WS$$

$$h_v = 0{,}00162 \times \frac{L_m\ Q^2\ m^3/sec.}{d^5 m}$$

$$\text{mit } c = Q\ m^3/sec. \times \frac{d^2 m\ \pi}{4}\ m/sec.$$

Die Wassergeschwindigkeit, die nur in zweiter Linie interessiert, wird am einfachsten aus Q und d gerechnet. Das Nomogramm könnte diese Beziehung natürlich auch noch aufnehmen; es erscheint aber als unnötige Beschwerung und verdirbt den leichten Gebrauch.

Auch die Blätter 2 und 3 könnten in mehrere mit engeren Grenzen, also größeren Teilungen aufgelöst werden. Es gilt aber wieder das oben Gesagte.

Will der Projekteur die Nomogramme in ihm passend scheinende andere Maßstäbe umzeichnen, so läßt sich dazu für den Notfall einfach die Teilung der Rechenschieberzungen auf Papier übertragen, mit 62,5, 125 bzw. 250 mm Länge je für log 1 bis log 10. Um gute Teilungen mit guter Blattausnutzung zu erhalten, empfiehlt sich aber vielfach die Wahl anderer Grundlängen; so ist zum Beispiel im Urbild von Blatt 1 für Q als Grundlänge 100 mm gewählt, für H 62,5 mm (kleine Rechenschieberteilung). Für η o/o ist 250 mm gewählt, für N folgt dann zwangläufig 45,5 mm als Grundlänge für 1 bis 10. Dazu ist dann zweckmäßig, sich ein- für allemal in einer Zahlentafel für verschiedene Grundlängen, z. B. 50, 100, 200, 300, sowie 62,5, 125, 250 die hauptsächlichsten Logarithmenlängen zusammenzustellen, z. B. für 100 mm:

log	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
Tlg	0	17,61	30,10	30,79	47,71	54,41	60,71	mm
log	4,5	5,0	6	7	8	9	10	
Tlg	65,32	60,90	77,82	84,51	90,31	95,42	100	mm

Weitere Zwischenwerte nach Bedarf. Aus dieser 100 mm Grundlänge erhält man für die Tafel alle weiteren einfach durch Multiplikation mit $\frac{\text{neue Grundlänge in mm}}{100\ \text{mm}}$ und kann dann die Längen leicht mit dem Maßstab aus Papier übertragen, unter Abschätzung der Zehntel mm. Es ist natürlich auch leicht möglich, sich selbst eine Reihe solcher logarithm. Maßstäbe auf Karton zu zeichnen, um sie jederzeit zur Uebertragung auf die Nomogramme zur Hand zu haben.

Ein weiteres Hilfsmittel ist vielfach das Anschreiben von doppelten Leitermaßstäben in anderer Farbe im zehnten Teil oder Zehnfachen der schwarzen Anschrift.

Diese Andeutungen für das bequeme Arbeiten dürften genügen. (W. 594.)

Das Wasserversorgungswesen in Holland

Von F. A. Liefrinck, c. i., Ingenieur des Reichsamts für Trinkwasserversorgung, Haag.

(Fortsetzung aus Heft 11, S. 163.)

Die geo-hydrologischen Verhältnisse.

Die Möglichkeiten einer Wasserversorgung werden bekanntlich in erster Linie durch die topographischen und geologischen Verhältnisse des Landes bedingt. Wir werden darum an Hand der topographischen Karte (Abbildung Nr. 4) im folgenden, soweit es im Rahmen eines Zeitschriftartikels möglich ist, diesen Verhältnissen kurz nachgehen.

Es wird sofort auffallen, daß bedeutende Höhenunterschiede in Holland nicht angetroffen werden: nur einzelne Stellen befinden sich über 100 m + N. A. P. (Amsterdamer Normal Null, welcher Pegel übereinstimmt mit dem mittleren Flutstand des Ys in Amsterdam, als es noch in offener Verbindung mit dem Zuiderzee stand). Die Kote von 1 m + N. A. P. ist auf der Karte angegeben worden; westlich derselben befindet das Land

Digitized by Google

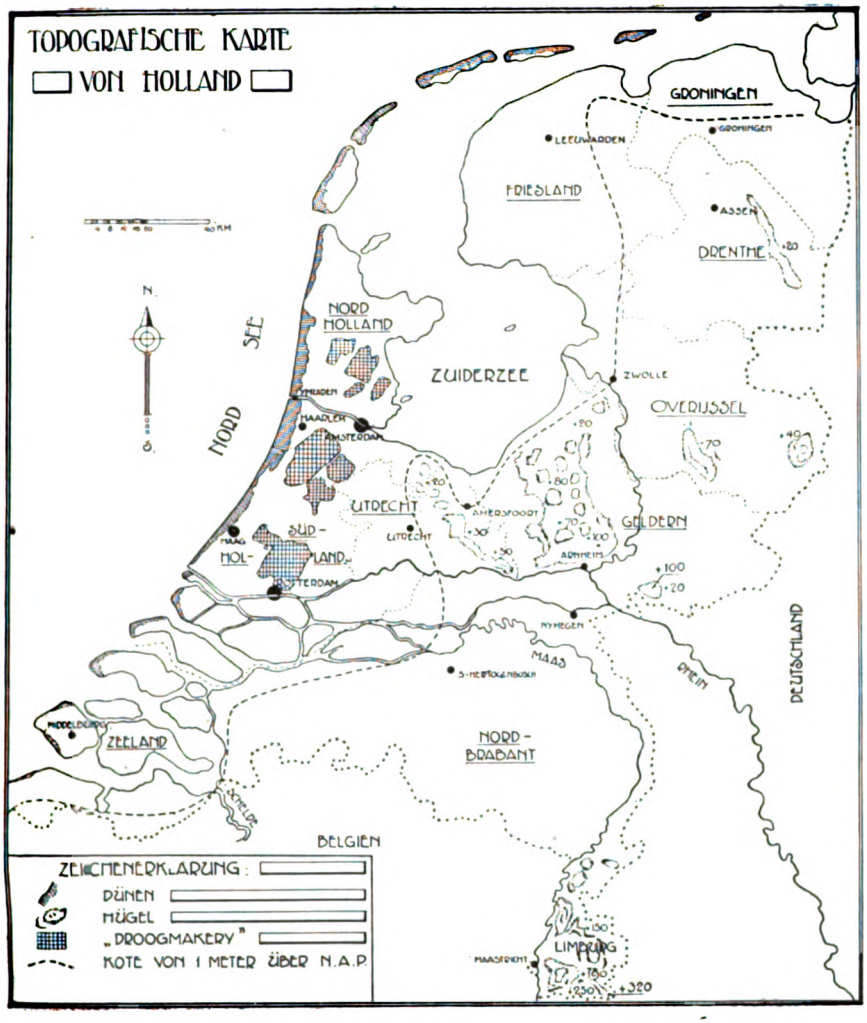


Abb. 4.

sich unter den Hochwasserständen des Meeres und würde also bei Flut überschwemmt werden, wären nicht die natürlichen Verteidigungen in Form der Dünen, und die künstlichen als Deiche zum Schutze da.

Die Dünen wurden, wie die geologische Geschichte lehrt, durch den Wind auf die Sandbänke gebracht, welche sich aus den Ablagerungen der Flüsse bildeten und damit ein sogenanntes Haff vom Meere abschlossen. Das ursprüngliche Salzwasser in diesem Haff wurde allmählich von dem süßen Flußwasser verdrängt; Sand und Ton wurden darin abgelagert und eine Süßwasservegetation blühte auf, der die Moore ihr Entstehen verdanken. Die bereits durch die Flußmündungen durchbrochene Verteidigungslinie wurde von schweren Stürmen an mehreren Stellen weiter angegriffen und es entstanden die Binnenseen (wie der Zuiderzee), die Flußdelten und die Inseln Westfrieslands und Zeelands. Dabei fügte sich noch eine fortwährende Steigerung des Wassers, oder, wenn man will, eine Senkung des Bodens, welche sich noch bis zum heutigen Tage fortzusetzen scheint. Die Moore wurden allmählich von der Bevölkerung zur Torfverwertung abgegraben; es blieben dabei kleinere oder größere Seen zurück (unter denen das sogenannte „Haarlemmer Meer", welche später von Deichen umgeben und trockengelegt wurden; sie werden mit dem Namen „Droogmakerijen" angedeutet. Die Dünenreihen wurden befestigt, Deiche gebaut und das Land, wo dies die Landwirtschaft oder die Viehzucht erforderten, mit künstlichen Entwässerungsanlagen versehen; so entstanden die „Polder".

Während der Ueberschwemmungen in diluvialer und alluvialer Zeit hatten sich die betreffenden Schichten allmählich mit Salzwasser gesättigt; nur in den Dünen, wo sich das Regenwasser leicht infiltrieren konnte, wurde es von dem letzteren verdrängt.

Es entstanden hier die eigenartigen Süßwassermassen, deren Spiegel in großen Zügen der Oberfläche folgt, und deren Unterkante einen linsenförmigen Verlauf zeigt, wie dies in der Abbildung Nr. 5 schematisch für eine sandige Insel dargestellt ist. Diese Erscheinung, eine Folge der verschiedenen spezifischen Gewichte des süßen und salzigen Wassers, wurde in Holland zum ersten Male im Jahre 1889 von dem Pionieroffiziere W. Badon Ghyben, der sich mit dem Studium der Militär-Wasserversorgung befaßte, festgestellt und fand zwölf Jahre später eine Bestätigung durch die hydrologischen Untersuchungen Herzbergs auf der Insel Norderney; in der deutschen Fachliteratur findet man das Prinzip meistens mit dem Namen des letzteren verbunden.

Inzwischen ist die Sachlage in dem holländischen Küstengebiet im allgemeinen nicht so einfach, wie es die Theorie erwarten läßt. Zunächst sind es die undurchlässigen oder wenig durchlässigen Ton- und Moorschichten, welche einer regelmäßigen Bewegung des Grundwassers im Wege stehen; es treten hierdurch auch vielfach ein oder mehrere gespannte Spiegel auf. Die östlich der Dünen gelegenen tiefen, künstlich entwässerten Polder ziehen ferner das tiefe Salz- und Süßwasser an und stören also die Linsenform. Das in geringer Tiefe über undurchlässige Schichten abfließende Regenwasser ermöglicht einen üppigen Pflanzenwuchs an dem inneren Fuß der Dünen; die bekannten Tulpen- und Hyazinthenfelder verdanken diesem Umstand ihr Entstehen. Auch nach der Seite des Meeres fließt ein Teil des Dünenwassers ab. So kann mitunter eine Flachbohrung am Strande merkwürdigerweise Süßwasser liefern; bei tiefer Ebbe, nach einer vorangegangenen, einen Aufstau des Dünenwassers verursachenden, Sturmflut kann oft am Strande das Auftreten von Triebsand durch den hohen Ueberdruck des Dünenwassers festgestellt werden.

Es wird ohne weiteres deutlich sein, daß man bei der Wasserentnahme aus diesen Süßwasserbeständen die größte Vorsicht beachten muß, um nicht ein Ansteigen des Salzwassers hervorzurufen. An den Stellen, wo sich undurchlässige Schichten befinden, wird zwar diese Gefahr am geringsten sein, weil die Diffusionszone meistens erst in den unteren gröberen diluvialen Schichten angetroffen wird. So benutzt die Fassungsanlage Castricum der Nord-Holländischen provinzialen Wasserwerke ausschließlich das Tiefgrundwasser; die Leidener und die Amsterdamer Anlagen verwenden zum Teil Tiefgrundwasser, zum Teil phreatisches Wasser. Die meisten anderen Dünenwasserwerke beschränken sich auf letzteres; es wird entweder durch flache Brunnen (Haarlem), durch offene Kanäle (Amsterdam) oder geschlossene Drainrohre (Haag) gefaßt.

Die eingehenden Untersuchungen des vormaligen Direktors der Amsterdamer Wasserwerke, Herrn Pennink, die Studien anderer Forscher, sowie die Untersuchungen des Reichsamts für Trinkwasserversorgung haben dazu beigetragen, eine Einsicht zu bekommen in das komplizierte dynamische Gleichgewicht des

Digitized by Google

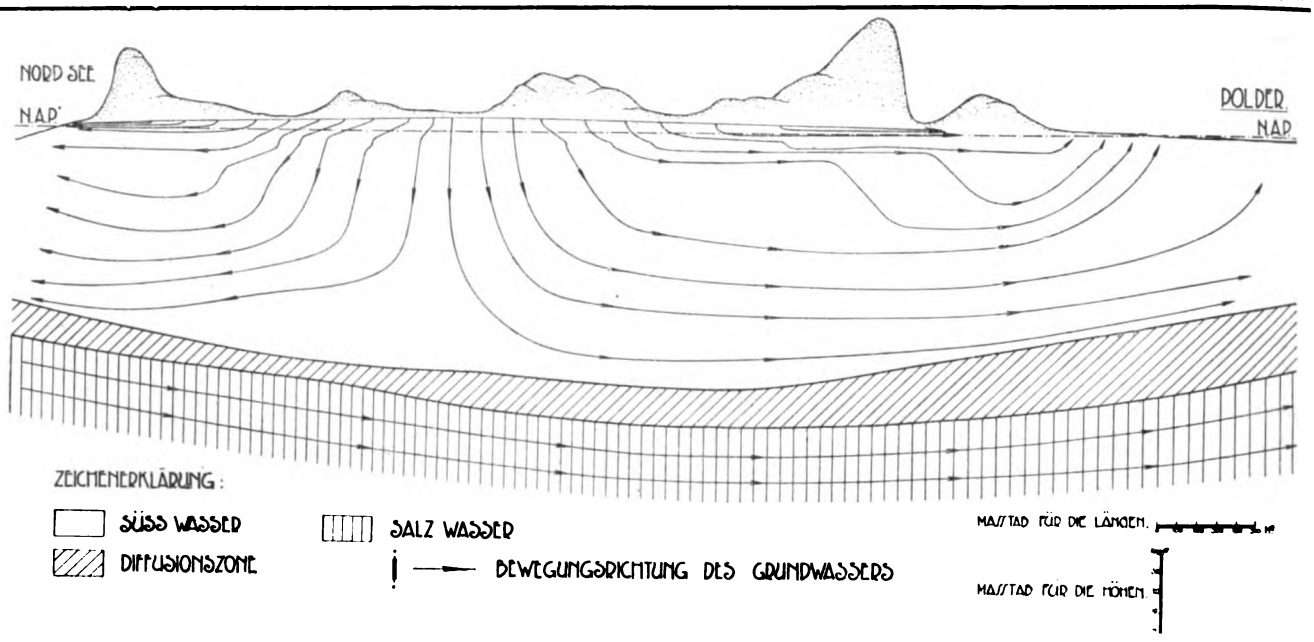


Abb. 6. Dynamisches Gleichgewicht des Grundwassers in den Dünen bei Schoorl.

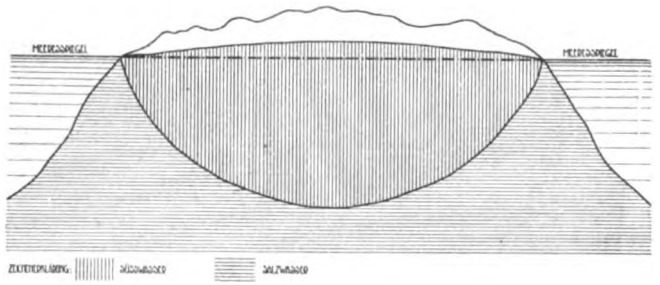


Abb. 5. Gleichgewicht des süßen und des salzen Grundwassers in einer sandigen Insel.

Wassers im Boden der Dünen, so daß jetzt, ohne daß eine Ueberbeanspruchung der Süßwasserbestände befürchtet zu werden braucht, über 2 Millionen Einwohnern Dünenwasser geliefert werden kann.

In der Abbildung Nr. 6 ist in schematischer Weise dieses Gleichgewicht, wie es vom Reichsamt für Trinkwasserversorgung in den Dünen bei Schoorl festgestellt wurde, wiedergegeben. Es ist dabei zu beachten, daß der Maßstab für die Höhen den zehnfachen Wert von dem der Längen besitzt. Die Bohrungen wurden im allgemeinen in den Tälern angesetzt; die Spiegelhöhen in den eigentlichen Dünen konnten dabei nicht genau festgelegt werden und sind deshalb in der Abbildung fortgelassen worden.

Ein besonderer Fall, welcher hier Erwähnung verdient, und bei dem sich ähnliche Fragen bezüglich der Hydrologie der Küsten auftaten, betrifft den Bau der neuen großen Seeschleuse in Ijmuiden, welche man ganz „im Trocknen" auszuführen beabsichtigte. Es handelte sich an dieser Stelle um die Anwesenheit mehrerer Grundwasserstockwerke, welche von Tonschichten abgeschlossen wurden. Da bei der notwendigen Tiefe des Bodenaushubs ein Durchbruch des gespannten Tiefgrundwassers zu erwarten war, wurde eine Anwendung des Grundwasserabsenkungsverfahrens (oder hier richtiger: Druckverminderungsverfahrens) vorgesehen. Es mußte hier jedoch, weil gerade an dieser Stelle eine intensive Beanspruchung der Süßwasservorräte für menschliche und industrielle Zwecke stattfindet, um einer etwaigen Versalzung des Wassers vorzubeugen, die größte Vorsicht beachtet werden, weshalb das Reichsamt für Trinkwasserversorgung der Direktion des Schleusenbaus als geo-hydrologischer Berater zur Seite stand und als Verteidiger der Interessen der benachbarten Wasserentzieher auftrat. Nach vorangegangenen Probeversuchen wurde der Bau der Schleusenkammer in der vorgeschlagenen Weise angefangen, und es bewährte sich diese derartig, daß auch das Innenhaupt, und später auch das Außenhaupt, nach diesem Verfahren zur Ausführung gelangten. Das aufgepumpte Süßwasser wurde inzwischen nicht unbenutzt gelassen; es wurde der benachbarten Pumpenstation Wijk-aan-Zee des provinzialen Wasserwerksbetriebs zugeführt, wo man es in den Boden versickern ließ, und also in dieser Weise den Gesamtwasserbestand nicht unnütz beanspruchte.

Wie aus der Abbildung Nr. 6 ersichtlich ist, steigt das Süßwasser durch die gröberen Schichten in die östlich der Dünen gelegenen Polder auf; es hat aber auf seinem Weg landeinwärts und aufwärts vielfach Moorschichten zu passieren, wobei es in derartiger Weise an Qualität einbüßt, daß es meistens als Trink- und Brauchwasser keine Verwendung mehr finden kann; die Poldergemeinden sind deshalb oft für ihre Wasserversorgungen auf Oberflächen- und Regenwasser angewiesen.

(W. 540) (Schluß folgt.)

Rundschau

Wasserbau

Die Ueberschwemmungen des Mississippi.[1])

Alljährlich werden zur Zeit der Frühjahrsschmelze die riesigen Ebenen, die zwischen den Rocky Mountains und den Appachian Bergen liegen, von dem gewaltigen Mississippi und den Zuflüssen innerhalb seines Einflußgebietes auf große Strecken überschwemmt. Die heurige Ueberschwemmungskatastrophe hat jedoch einen bisher noch nicht erreichten Umfang angenommen. Man rechnet bis jetzt (d. i. Anfang Mai) mit einer Ueberflutung von weit über 100 000 km². Die Zahl der dadurch verursachten Todesfälle wird mit 400 bis 500, die Zahl der zerstörten Farmen auf 50 000 und die der Obdachlosen auf 360 000 angegeben. Am meisten heim-

[1]) Nach Engineering News-Record, 1927, Bd. 98, Nr. 18, vom 5. Mai. — Die Karte gibt die damals überfluteten Gebiete wieder. Wir werden den neueren Stand noch folgen lassen.

Digitized by Google

gesucht sind die Staaten Arkansas, Tennessee, Mississippi und Louisiana. Sechs große Städte stehen unter Wasser, darunter Memphis mit 200 000 Einwohnern. Die Gefahr der Ausbreitung ansteckender Krankheiten ist sehr groß, da der Mississippi Tausende von Tierleichen mit sich schwemmt, die in Verwesung übergehen. Ganze Dörfer werden fortgerissen, Saaten und Felder zerstört. Die Frage, durch welches außerordentliche Naturereignis die diesjährige Ueberschwemmung sich so ausgebreitet hat, ist noch ungelöst. Doch glaubt man, daß zwei grundlegende Ursachen zusammengewirkt haben: eine außerordentliche Schneeschmelze und eine anormale Gezeitenstauung im Mexikanischen Golf. Es fanden bis jetzt im Einzugsgebiet des Stromes mehr wie zwanzig große

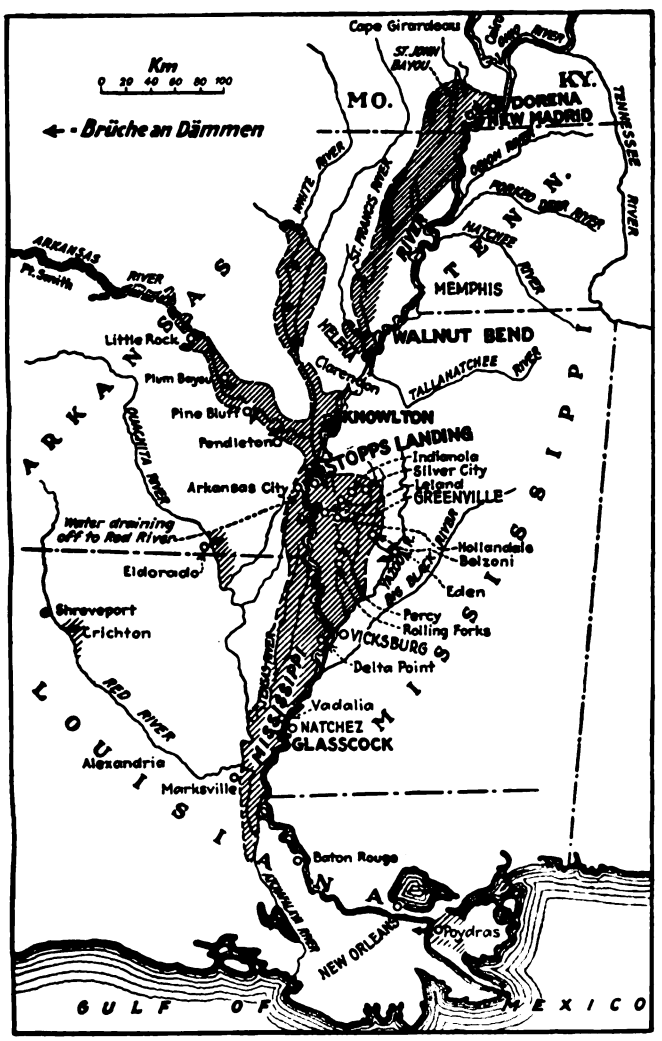


Abb. 1. Das Ueberschwemmungsgebiet des Mississippi, Ende April.

Dammbrüche statt, teils an den Westuferdämmen, die zur Ueberschwemmung der Stromgebiete Arkansas und Louisiana beigetragen haben. Das ganze westliche Dammsystem wurde durch Hochwasser von der Hochebene bei Helena bis zur Mündung des Red River zerstört. Am 29. April brach der große Damm am Ostufer unterhalb New Orleans, ihm folgten die Brüche am Atchafalaya, bei dem die Stadt Melbourne überflutet wurde, und neuerdings am 23. Mai der Bruch des Mac Crea Dammes. Bei den letzten Dammbrüchen handelt es sich nicht vorwiegend um ein Nachgeben der eigentlichen Mississippidämme, sondern besonders um Dämme an den Seitenarmen und Totwasserbuchten, die der Mississippi an seinem ganzen Mittel- und Unterlauf bildet. Das Schüttungsmaterial besteht hier aus Lehm und Sand in ungeeigneter Zusammensetzung. Nachträglich aufgebrachte Dammerhöhungen erwiesen sich als ungenügend.

Naturgemäß wird von den amerikanischen Fachleuten das jahrhundertealte Mississippi-Problem wieder aufgeworfen. Man mißt einen nicht geringen Teil der Schuld an den immer wiederkehrenden Ueberschwemmungen der „sinnlosen Wälderverwüstung" bei. Andere Meinungen gehen dahin, daß der fortschreitende Ausbau und die Regulierung der Flüsse den Abfluß der Hochwasserteilmengen aus dem Einzugsgebiet überall beschleunigt und daher das zeitliche Zusammentreffen aller Hochwasser-Teilwellen aus dem ganzen Einzugsgebiet begünstigt, wodurch die Scheitelhöhe der Hochwasserwelle ständig ansteigt. Sicherlich hat aber auch das Zusammentreffen abnormer meteorologischer Verhältnisse am Umfang der diesjährigen Katastrophe mitgewirkt. Der Secretär of the Treasuri und Senator Curtis sind darüber einer Meinung, daß die beste Lösung sein würde, große Staubecken am oberen Teil des Stromes zu bauen, um das Hochwasser einzudämmen und es für Krafterzeugung oder Bewässerung auszunützen. Ein altes Projekt schlägt Hochwasserschutzdämme vor, die vom Ohio bis zum Delta und die Nebenflüsse hinauf ziehen bis zu einer Höhe, die genügt, den Fluß für jedes kommende Hochwasser einzudämmen, was jedoch an den Riesenkosten zunächst noch scheitert, ebenso die Anlage von besonderen Seitenkanälen, die der Schiffahrt nutzbar gemacht werden könnten. Jedenfalls werden jetzt nach dieser Katastrophe staatliche Mittel in ganz außerordentlichem Umfang bereitgestellt werden müssen zur großzügigen Inangriffnahme von wirksamen Abwehrmaßnahmen. (W. 179.) Kra.

Saugheber als Hochwasserentlastung für einen Erddamm.

In Engineering News Record Vol. 98, Nr. 3 v. 20. I. 1927 ist die in der Abbildung dargestellte Hochwasserentlastungsanlage beschrieben für den 1923/24 erbauten, 20 m hohen Bridgeport-Staudamm am Walher River, der ein Becken von 5 Mill. m³ staut. Während das größte an der Sperrstelle innerhalb 22 Jahren beobachtete Hochwasser etwa 60 m³/s betrug, ist mit einer etwa alle 100 Jahre auftretenden Höchstwassermenge von 350 bis 450 m³/s zu rechnen. Da die Bemessung der festen Hochwasserentlastunganlage für diese große Wassermenge bei den gegebenen Untergrundverhältnissen die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage in Frage gestellt hätte, bildete man die feste Hochwasserentlastungsanlage nur für das 10—20jährige Hochwasser von rund 80 m/³s aus, während für die außergewöhnlichen Hochwässer neben dem Damm ein Kanal ausgebaggert wurde, der in der Höhenlage so bemessen ist, daß er die größten Wassermengen ohne Ueberflutung des Hauptdamms abführen kann. In seinem Einlauf ist dieser Kanal durch einen etwa 1,50 m hohen Erddamm abgeschlossen, dessen Krone rund 1,50 m unter der Krone des Hauptdammes liegt. Bei Ueberflutung soll dieser Damm weggespült werden und dadurch den Kanalquerschnitt freigeben.

Die in der Abbildung wiedergegebene mit dem Grundablaß in Verbindung stehende Heberanlage ist durch ihre Gesamtanordnung bemerkenswert, indem die Grundablässe mit den Hebern in einem Eisenbetonbauwerk verbunden sind. Die drei durch Flachschieber verschlossenen Grundablaßöffnungen werden beiderseits flankiert von je 2 Saughebern von 0,90×1,80 m Querschnitt, deren Ausmündungen mit den Grundablaßöffnungen spitzwinklig zusammenlaufen. Ueber die Ausbildung der Saugheber wurden vor dem Bau Modellversuche in 1/6 Maßstab mit Glasseitenwänden zur Beobachtung des Wasserabflusses im Heber durchgeführt. Als wesentlich stellte sich

Digitized by Google

das Vorhandensein der angeordneten Zwischenwand heraus, ohne die das Anspringen der Heber nicht so schnell und sicher vor sich geht; wichtig ist auch die untere Verdickung der Zwischenwand. Der Wirkungsgrad der Modellheber betrug etwa 0,60; bei der Ausführung im großen wird infolge der geringeren Umlenkungs- und Reibungsverluste mit etwa 0,72 Wirkungsgrad gerechnet. (W. 982.) Ge.

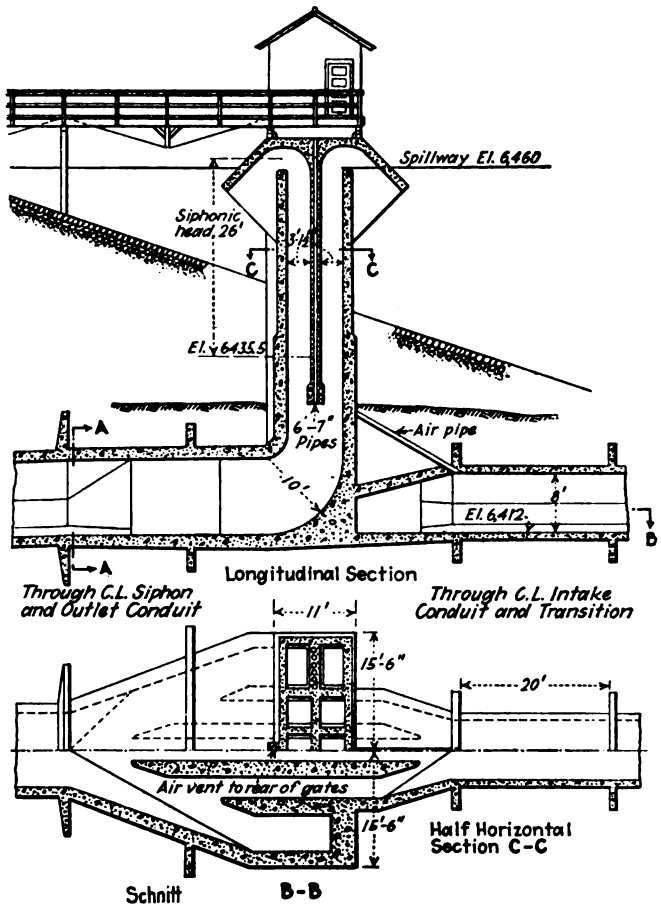


Abb. 1. Saugheber für Hochwasserentlastung.

Wasserkraftmaschinen.

Vereinheitlichung der Wasserkraftgrößen.

Wie schon gelegentlich der Berichte über die Basler Weltkraftkonferenz erwähnt, wurde beschlossen, die von den einzelnen nationalen Komitees ausgearbeiteten Vorschläge und Entwürfe über die Vereinheitlichung der in der Hydraulik gebräuchlichen Größen, Bezeichnungen und Formelzeichen, sowie über Vereinheitlichung der den Leistungsmessungen zugrundeliegenden Definitionen der Internationalen Elektrotechnischen Commission (I.E.C.) zur Prüfung und Ausarbeitung internationaler Vereinheitlichungsvorschläge zu überweisen. Seitens Deutschland liegen hierfür die vom D.W.W.V. gemeinsam mit dem V.D.I. aufgestellten „Richtlinien für Leistungsversuche an Wasserkraftmaschinen“[1]), sowie die „Formelzeichen in der Hydraulik“ nach den Konferenzen des erweiterten Hydraulik-Ausschusses vom 17. Oktober 1925 und 26. April 1926[2]) zugrunde.

Die Verschiedenheit der Maßsysteme soll dadurch überbrückt werden, daß das nationale Komitee der Vereinigten Staaten unter Leitung des U.S. Geological Survey als Leistungseinheit das Kilowatt gebrauchen will, womit der endliche allgemeine Uebergang zum metrischen Maßsystem angebahnt wird.

Von deutscher Seite wird an den eingangs erwähnten Regeln für die Leistungsversuche und den einheitlichen Bezeichnungen festgehalten werden. Die Wahrung des Standpunktes der deutschen Fachwelt liegt in den Händen des Obmannes des deutschen Ausschusses, Baurates L. Galland, Berlin.

Anfahren und Auslaufen von Turbo-Dynamos.

An der Hand von Erfahrungen, welche bei Störungen an Dampf-Turbo-Dynamos gemacht wurden, hat Dipl.-Ingenieur Gropp[1]) im Kraftwerk Moabit der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke eingehende Versuche angestellt, welche ergaben, daß die an einer 20 000 kW-Dampfturbine öfters eingetretenen Fundamentsenkungen auf die Art des Anfahrens zurückgingen, wodurch ein unruhiger Lauf der Maschine verursacht worden war. Durch Wassereimer, welche teils auf das Fundament aufgesetzt wurden, teils an Hebelarmen angehängt wurden, die an der Maschine festgeschraubt waren, und durch die Beachtung der Erschütterung der Wasserfläche konnte auf den mehr oder weniger ruhigen Lauf geschlossen werden und es ergab sich, daß die Anfahrdrehzahl dann am günstigsten ist, wenn der Verlauf dieser Kurve in Abhängigkeit von der Zeit der Auslaufkurve entspricht. Daraufhin konnten Betriebsvorschriften für normales und in dringenden Fällen rasches Anfahren und ein gewisser, nicht zu unterschreitender zeitlicher Verlauf des raschesten Anfahrens als Betriebsprogramm festgestellt werden. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, daß bei der Beobachtung der Auslauf-Drehzahl auf den Zustand der Maschine mit großer Sicherheit geschlossen werden kann und daß Unregelmäßigkeiten in den Lagern und dergleichen sich sofort durch eine Aenderung der Auslaufkurve bemerkbar machen und zur Untersuchung und Ueberwachung der Maschine veranlassen. Dieser letztere Gesichtspunkt dürfte auch für schnellaufende Wasserturbinenaggregate von Wichtigkeit sein. (W. 160.)

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Bemessungstafeln für Eisenbetonkonstruktionen. Tafeln zum Ablesen der Momente, der Bewehrungen für einfach und doppelt bewehrte Platten, Balken und Plattenbalken bei Verwendung von gewöhnlichem und hochwertigem Zement und Eisen bzw. Stahl, mit Berücksichtigung der Spannungen im Steg und Tafeln für das sofortige Ablesen von Stützenquerschnitten und Bewehrungen auch bei Knickgefahr. Von Baurat Paul Göldel. 4 S., 109 Zahlentafeln, gr. Oktav. Geb. 22,— Mk. Verlag Julius Springer, Berlin W 9.

Die „Bemessungstafeln“ ersparen dem Konstrukteur langwierige Rechenarbeiten. Sie sind nach den neuen Eisenbeton-Bestimmungen vom September 1925 bearbeitet, gestatten das sofortige Ablesen und Vergleichen der gebrauchsfertigen Resultate und schalten dabei jede Fehlerquelle aus. (W. 176.) Li.

[1]) Besprochen in dieser Zeitschrift 1926, Heft 10, Seite 118.

[2]) Die dort angenommenen einheitlichen Bezeichnungen in der Hydraulik sind in dieser Zeitschrift 1926, Heft 20, Seite 239 veröffentlicht.

[1]) „Elektrizitätswirtschaft“, Nr. 430, 1927, S. 144.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Notgesetz betr. Abänderung des thüringischen Notgesetzes über die Nutzung öffentlicher Gewässer vom 20. Dezember 1923. — Vom 25. Januar 1927.

Auf Grund von § 33 der Verfassung des Landes Thüringen wird verordnet:

§ 1.

Das Notgesetz über die Nutzung öffentlicher Gewässer vom 20. Dezember 1923 (Ges.-S. S. 820) wird wie folgt geändert:

1. § 1 erhält folgende Fassung:

„I. Die in natürlichen oder künstlichen Betten ständig fließenden Gewässer gelten als öffentliche Gewässer im Sinne dieses Gesetzes.

II. Seen und Teiche gelten als öffentliche Gewässer, wenn sie einen ständigen Zu- und Abfluß haben und unter Würdigung aller Umstände als Teil eines fließenden Gewässers anzusehen sind."

2. In § 3 I werden die Worte „30 Jahre lang" und Satz 2 gestrichen.

§ 3 II erhält folgende Fassung:

„Die Nutzungsberechtigten haben ihre Berechtigung zur Wassernutzung der Verleihungsbehörde innerhalb einer vom zuständigen Ministerium zu bestimmenden Frist anzumelden und nachzuweisen."

In § 3 IV ist hinter Satz 1 einzufügen:

„Der Beschluß hat lediglich feststellende Bedeutung, also keine rechtsbegründende, rechtsändernde oder rechtsvernichtende Wirkung. Mit dieser Maßgabe finden für das Feststellungsverfahren die §§ 22, 27 und 31 sinngemäße Anwendung."

Der bisherige Satz 2 fällt weg, der bisherige Satz 3 wird Satz 4.

§ 3 V erhält folgende Fassung:

„Bei wesentlichen Aenderungen im Betriebe einer bestehenden Wassernutzungsanlage bedarf es der Verleihung des Wassernutzungsrechts nach Maßgabe dieses Gesetzes. Erfolgt die Verleihung lediglich auf bestimmte Zeit und wird sie nach deren Ablauf nicht wieder erneuert, so lebt das Wassernutzungsrecht so wieder auf, wie es vor der Verleihung bestand. Auf Verlangen der Verleihungsbehörde sind die Aenderungen im Betriebe der Wassernutzungsanlage wieder zu beseitigen."

3. § 14 erhält folgende Fassung:

„I. Die Verleihung wird dauernd oder auf bestimmte Zeit erteilt. Die Verleihung auf Zeit erfolgt auf mindestens 30 und auf höchstens 70 Jahre.

II. Bei zeitlich begrenzter Verleihung ist sie nach Ablauf der Verleihungsdauer auf Antrag zu verlängern, wenn nicht überwiegende Gründe des öffentlichen Wohles entgegenstehen."

4. § 16 und § 20 werden gestrichen.

5. § 25 erhält folgende Fassung:

„I. Ist der Antrag auf Errichtung einer verleihungspflichtigen Anlage in der Elster, Saale oder Werra gerichtet, so hat die Verleihungsbehörde vor der Bekanntmachung (§ 24) den Antrag zunächst dem zuständigen Ministerium zur Vorprüfung vorzulegen, ob das Unternehmen dem planmäßigen Ausbau der Wasserkräfte Thüringens zuwiderläuft.

II. In gleicher Weise ist der Antrag dem zuständigen Ministerium vorzulegen, wenn er von einem Unternehmer, der nicht die deutsche Reichsangehörigkeit besitzt, oder von einer Erwerbsgesellschaft gestellt ist, die ihre Hauptniederlassung nicht im Deutschen Reiche hat. Widerspricht das Ministerium dem Antrage (Satz 1), so hat ihn die Verleihungsbehörde ohne weiteres abzuweisen. Diese Entscheidung ist endgültig."

6. § 32 I erhält folgenden neuen Satz 2:

„§ 27 findet entsprechende Anwendung."

7. § 35 erhält folgende Fassung:

„I. Die Verleihung erfolgt für ein Unternehmen, dem ein bestimmter Plan zugrunde liegt (vgl. § 4). Das Recht kann von dem Unternehmen, für das es verliehen ist, nicht getrennt werden und geht mit ihm auf den Rechtsnachfolger über. Es ist im Rechtswege verfolgbar.

II. Die Verleihung kann auf Antrag auch in der Weise erteilt werden, daß das Recht mit dem Eigentum an einem Grundstücke verbunden wird. In diesem Falle kann es von dem Eigentume nicht getrennt werden und geht nur mit dem Eigentum an dem Grundstück und mit dem Unternehmen zusammen auf den Rechtsnachfolger über. Die zur Durchführung dieser Vorschrift erforderlichen Bestimmungen regelt eine Verordnung des zuständigen Ministeriums."

Die Ueberschrift fällt weg.

8. In § 38 III ist die Zahl 20 zu streichen.

9. § 44 III und IV erhalten folgende Fassung:

„III. Die Entschädigung hat den vollen Wert, den die Anlage zur Zeit des Widerrufs hat und die Kosten ihrer etwaigen Beseitigung (§ 48) zu umfassen.

IV. Ohne Entschädigung kann die Verleihung widerrufen werden, wenn der Unternehmer schuldhaft wesentlichen Bedingungen der Verleihung trotz Verwarnung durch die Wasserpolizeibehörde zuwiderhandelt."

10. § 49 I erhält folgende Fassung:

„Sämtliche auf Grund dieses Gesetzes verliehenen und die nach Maßgabe des § 3 festgestellten bestehenden Wassernutzungsrechte sind in ein Verzeichnis aufzunehmen."

11. § 50 erhält folgende neue Abs. II, III, IV und V:

„II. Dies gilt nicht für Eintragungen, die mit dem Grundbuch in Widerspruch stehen.

III. Ergibt sich, daß die Stelle, die das Verzeichnis (§ 49) führt, unter Verletzung gesetzlicher Vorschriften ein Recht eingetragen hat, so hat sie die Berichtigung des Verzeichnisses von Amts wegen zu beschließen.

IV. Sie hat ferner die Berichtigung auf Antrag zu beschließen, wenn nachgewiesen wird, daß eine Eintragung

Digitized by Google

nicht mit der wirklichen Rechtslage übereinstimmt. Antragsberechtigt sind diejenigen, zu deren Gunsten die Eintragung erfolgt ist oder die Berichtigung erfolgen soll.

V. Der Beschluß ist mit Gründen zu versehen und dem Antragsteller sowie den von der Berichtigung Betroffenen zuzustellen. Gegen den Beschluß ist binnen zwei Wochen Anfechtungsklage zulässig. Die Berichtigung des Verzeichnisses darf erst auf Grund des rechtskräftigen Beschlusses erfolgen."

Der bisherige § 50 II wird § 50 a.

§ 2.

In allen Bestimmungen des Notgesetzes ist für die Bezeichnung „Wirtschaftsministerium" zu setzen: „zuständiges Ministerium".

§ 3.

Zuständiges Ministerium im Sinne des Notgesetzes vom 20. Dezember 1923 und dieses Gesetzes ist das Thüringische Ministerium für Inneres und Wirtschaft, Abteilung Wirtschaft.

§ 4.

Dieses Gesetz tritt mit seiner Verkündung in Kraft.

Weimar, den 25. Januar 1927.

Thüringisches Staatsministerium
Dr. h. c. Leutheußer
Dr. Sattler Dr. v. Klüchtzner

(W. 977)

Zur Aenderung des Wasserrechtes in Thüringen.

Mit dem Thüringer Notgesetz vom 20. Dezember 1923, betreffend die Nutzung aller in natürlichen oder künstlichen Betten ständig fließenden Gewässer, und den außerordentlich weitgehenden Eingriffen, zu welchen es sich seinerzeit veranlaßt sah, um der Allgemeinheit Einfluß auf die Wasserwirtschaft zu sichern, haben wir uns zuletzt in der Nummer 10 vom 20. Oktober 1925 beschäftigt. Den Beteiligten ist es inzwischen gelungen, in mehreren keineswegs unbedeutenden Punkten eine Abschwächung der damals unsererseits anerkannten schweren Bedenken durchzusetzen. Nach der im Gesetzblatt unter dem 25. Januar d. J. veröffentlichten Novelle gibt die Landesregierung vor allen Dingen zu, daß die zurzeit vorhandenen Wassernutzungsanlagen, ohne daß es der Einleitung eines Verleihungsverfahrens bedarf, in dem bisherigen Umfang weiter bestehen bleiben. Das Notgesetz wollte die Benutzung nur noch für einen beschränkten Zeitraum von 30 Jahren dulden. Nicht minder wichtig erscheint es, wenn die Berechtigungen zwar innerhalb einer von den Ministern allgemein zu bestimmenden Frist angemeldet und nachgewiesen werden müssen, der daraufhin von der Behörde getroffenen Festsetzung jedoch mit bestimmten Worten eine rechtsbegründende, rechtsändernde oder rechtsvernichtende Wirkung abgesprochen wird. Was die Verleihung auf Widerruf oder bestimmte Zeit angeht, so hat man sich offenbar nicht zu einer Abänderung zu entschließen vermocht. Anderseits soll jedoch in Zukunft auch in Thüringen die Verleihung für das Unternehmen erteilt werden, mit dem es untrennbar verbunden ist und auf den Rechtsnachfolger übergeht. Auf Antrag kann die Erteilung in der Weise erfolgen, daß die Berechtigung mit dem Eigentum an einem Grundstück verbunden ist. Eine Vorprüfung in der Ministerialinstanz daraufhin, ob das Unternehmen dem planmäßigen Ausbau der heimatlichen Wasserkräfte zuwiderläuft, geht nur noch der Einleitung des Verfahrens voraus, wenn der Plan sich auf die Elbe, Saale oder Werra erstreckt. Der seither vorgesehene Wasserzins ist gestrichen. Die Belastung mit den Kosten der Beaufsichtigung des Unternehmens fällt ebenfalls fort. Die neuverliehenen wie die bestehenden Rechte sollten nach dem Notgesetz von 1923 sofort in das Verzeichnis der Wassernutzungsrechte aufgenommen werden und die Eintragungen bis zum Beweise des Gegenteils als richtig gelten. Die Vorschriften haben, was die Berichtigung von Amts wegen sowie auf Antrag angeht, eine fernere Ausgestaltung erfahren. Entschließt sich die Verleihungsbehörde, Wassernutzungsrechte, von dem Gesichtspunkt des öffentlichen Wohles ausgehend, zu widerrufen, so wird in diesem Falle der Billigkeit weiter denn bisher Rechnung getragen, indem der den Antrag stellende Staat, die Gemeinde oder die andere öffentliche Körperschaft den vollen Wert der Anlage zu entschädigen verpflichtet sein soll. (W. 134.) Kr.

Zugang an Mitgliedern.

(Vgl. Heft 6, Seite 95.)

49. Dipl.-Ing. Alexander Vogt, beratender Ingenieur, Borna bei Leipzig.
50. Professor Dr. Föttinger, Berlin-Wilmersdorf, Berlinerstr. 65.
51. Dr. Ernst Bräuer, Berlin-Grunewald, Kunz-Buntschuhstr. 4.
52. Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. R. Winkel, ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Danzig, Danzig.
53. Wiede's Carbidwerk Freyung m. b. H., Freyung, Bayern.
54. Sally Löpert, Greifenberg in Pommern.
55. Professor Dr.-Ing. Karl Glinz, Berlin-Dahlem, Im Dol 13.
56. Gustav Spanner, Zivilingenieur für Maschinen- und Bauwesen, Göttingen, Schillerstr. 8.
57. Ministerialdirektor a. D. Dr.-Ing. Ottmann, Berlin-Charlottenburg 9, Lyckallee 20.
58. Dr.-Ing. N. Kelen, Berlin W 30, Heilbronnerstr. 27.
59. Zuckerfabrik Aktiengesellschaft in Demmin.
60. Justizrat Dr. Baumert, Spandau, Potsdamerstr. 46/I.
61. Dipl.-Ing. Johannes Klärner, Bad Blankenburg (Thüringer Wald).
62. Gesellschaft für Hochdruck-Rohrleitungen m. b. H., Berlin O 27, Blankenfeldestr. 9.
63. Chr. Müller & Sohn, Dümmlinghausen, Kreis Gummersbach.
64. G. Hartmann, Wollgarnspinnerei, Helmsdorf, Kreis Mühlhausen in Thüringen.
65. Elektr. Ueberlandzentrale Oberhausen A.G., Herbolzheim (Breisgau).
66. Georg Moncke, Vierradmühle, Neubrandenburg.
67. Günter & Co., Bärsdorf bei Hausdorf, Kreis Waldenburg in Schlesien.
68. Anton Linneborn, Werdener Papierfabrik, Werden a. d. Ruhr.
69. Zivilingenieur F. J. Weinbörner, Höxter a. d. Weser.
70. Bergische Patentachsenfabrik, G. m. b. H., Wiehl, Rheinland.
71. Geh. Regierungsrat Professor Dr. Eckstein, Eberswalde.
72. H. van Setten, Ragnit (Ostpreußen).
73. Hüser & Co., Obercassel (Siegkreis).
74. Holzstoff- und Pappenfabrik „Marienthal" Paul Grimm, Mauer a. Bober, Bezirk Liegnitz.
75. Heymann Pintus, Mostrichfabrik, Brandenburg a. d. Havel.
76. Hessen-Nassauische Ueberlandzentrale, G. m. b. H., Oberscheld (Dillkreis).
77. B. v. Gartzen, Abteilungsvorsteher bei der Landwirtschaftskammer Hannover, Hannover, Lavesstraße 56.
78. Zivilingenieur Hermann Rasch, Berlin W 15, Ludwigskirchstraße 9.
79. L. Behrns, Fürstenberg (Mecklenburg).
80. Schweder & Cie., Berlin-Lichterfelde, Ringstraße 106.
81. Staatlich vereid. Landmesser Joseph Joppen, Euskirchen, Kölnerstraße 13.
82. Traßwerke Meurin A.-G., Andernach am Rhein.
83. Ingenieur Walter Graumann, Hainstadt, Kreis Erbach im Odenwald.
84. Hasenclever & Hüser, Kom.-Ges., Beyenburg (Wupper).
85. Ingenieur G. Sporrer, München 2 NW 17, Schellingstraße 13.
86. Schweißrohr-Verband G. m. b. H., Mülheim a. d. Ruhr.
87. Thormann & Stiefel, Aktiengesellschaft, Hoch- und Tiefbau-Unternehmung, Augsburg.
88. A. Fischer, Lügde, Kreis Höxter.
89. Industrie- und Handelskammer zu Königsberg i. Pr., Königsberg i. Pr., Börse.
90. Aktiengesellschaft Obere Saale, Weimar, Lassenstr. 38.
91. Dipl.-Ing. Walter Klemm, Zivilingenieur, Stuttgart, Hegelstraße 60.
92. Dr.-Ing. Bundschu, Bln.-Charlottenbg. 9, Reichsstr. 8/IV r. G.
93. Staatl. vereid. Landmesser und Ingenieur Theodor Soyka, Berlin W 35, Steglitzerstr. 12.
94. Clever Oelmühle, G. m. b. H., Cleve.
95. Arbeitsgemeinschaft der Anlieger und Triebwerksbesitzer der Bode, Quedlinburg.
96. Dipl.-Ing. W. Stickel, Hannover, Cellerstr. 47.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 14 — 15. JULI — 1927

Aus dem Inhalt: Pumpwerk der Emschergenossenschaft. / Das Wasserversorgungswesen in Holland. / Das Itter-Kraftwerk bei Eberbach a. N. / Logarithmischer Maßstab zur Forchheimer-Formel. / Ein neuer mechanischer Antrieb für Freifallschützen. / Persönliches: Krieger. / Zuschriften. / Rundschau: Das Ohio-Flußkraftwerk bei Louisville. / Der Bruch der Olenotalsperre. / Literatur. / Zeitschriftenschau. / Verbandsnachrichten: Ueber die rechtliche Natur von Wassernutzungsrechten. / Ingenieur- und Technikerfahrt nach Oesterreich. / Verleihungen. / Zugang an Mitgliedern.

Pumpwerk Huckarde-Nord der Emschergenossenschaft.

Von Dipl.-Ing. Beyenburg,
Oberingenieur der Emschergenossenschaft.

Für den Entwurf und die Ausführung von Abwasserpumpwerken sind mit Rücksicht auf die Art und die Dichte der Verschmutzung eine Reihe von Grundsätzen zu beobachten, die nur aus der Praxis geboren werden können, wenn die Anlage ihren Zweck ganz erfüllen soll. Handarbeit ist, soweit wenigstens die Berührung des Bedienungspersonals mit Abwasser in Frage kommt, wegen der Möglichkeit gesundheitlicher Schädigungen auszuschalten Neben unbedingter Betriebssicherheit muß größte Wirtschaftlichkeit angestrebt werden, zwei Gesichtspunkte, die wegen ihrer gegenseitigen Abhängigkeit nicht immer genügend gegeneinander abgewogen werden.

Für Abwasserpumpwerke im Emschergebiet kommt wegen der niedrigen Förderhöhe bei verhältnismäßig großen Wassermengen nur die Verwendung von Kreiselpumpen in Frage, die neben anderen Vorzügen die Möglichkeit der unmittelbaren Kupplung mit dem Elektromotor bieten. Bei Anlagen geringeren Umfanges, bei denen eine ständige Wartung die Jahresbetriebskosten allzu ungünstig beeinflussen würde, sind so die Vorbedingungen für einen rein selbsttätigen Betrieb gegeben. Eine Reihe derartiger Anlagen werden seit Jahren von der Emschergenossenschaft betrieben und haben sich gut bewährt. Da die Verwendung von Saugkörben mit Fußventil wegen ihrer Unzuverlässigkeit nicht in Frage kommt, wurden die Pumpen so tief aufgestellt, daß das zu fördernde Abwasser ihnen zufließt, ein Ansaugen also vermieden wird.

Gerade die Schwierigkeiten während des Ansaugens der Pumpen sind die Veranlassung, daß man frühere Versuche, derartige Anlagen selbsttätig zu betreiben, immer wieder aufgegeben hat. Die Schwierigkeiten lagen neben der Unzuverlässigkeit der Schaltapparate, vor allem in der Unmöglichkeit, die Vakuumleitung freizuhalten und das Arbeiten der Luftpumpe mit dem der Kreiselpumpe in die gewollte Abhängigkeit voneinander zu bringen.

Bei dem Pumpwerk Huckarde-Nord der Emschergenossenschaft mußten mit Rücksicht auf die schlechte Bodenbeschaffenheit Erd- und Gründungsarbeiten soweit irgend möglich, eingeschränkt werden. Aus diesem Grunde wich man von dem bewährten Grundsatz, die Pumpen unterhalb des zufließenden Wassers aufzustellen, ab und sah eine selbsttätige Entlüftungsanlage vor, die dann auch nach zum Teil völlig neuen Gesichtspunkten ausgeführt wurde. Es galt vor allem, die früher beobachteten und oben angedeuteten Mängel zu vermeiden, um die erforderliche Betriebssicherheit zu erreichen.

Daß dieses Ziel erreicht ist, läßt sich schon heute sagen, da die Anlage bereits mehrere Monate in Betrieb ist, ohne daß sich irgendwelche Mängel gezeigt haben. Eine Beschreibung des Pumpwerks, besonders seiner selbsttätigen Entlüftungs- und Schaltanlage, dürfte daher von Interesse und geeignet sein, das Vertrauen in diese Anlagen zu heben, die überall da am Platze sind, wo die zu fördernde Wassermenge und der Verbrauch an Energie im Verhältnis zu den

Digitized by Google

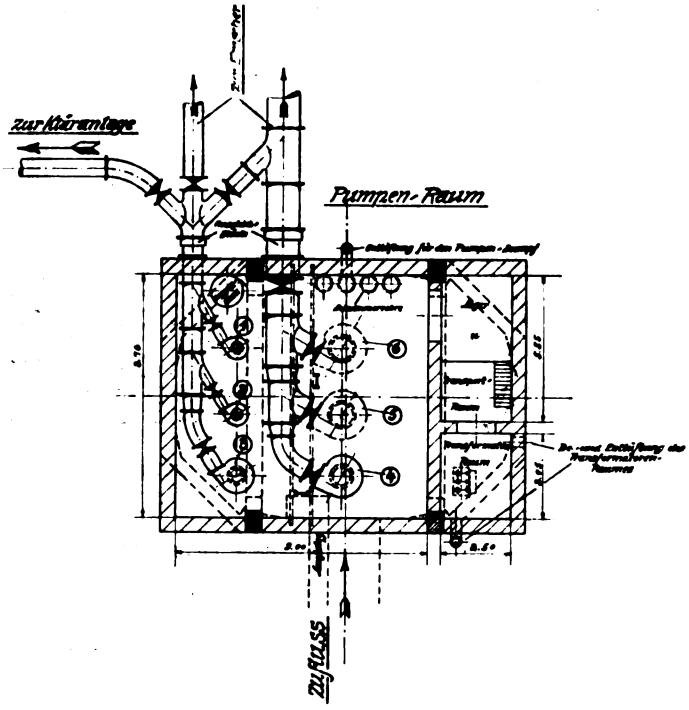


Abb. 1. Grundriß.

Kosten für ständige Bedienung gering ist, eine tiefe Aufstellung der Pumpen aber aus wirtschaftlichen Gründen vermieden werden soll.

Das zu entwässernde Gebiet beträgt einschließlich des Geländes der benachbarten Zeche Hansa (19 ha) 102 ha. Weil die natürliche Vorflut (Mattlackgraben) schon seit vielen Jahren gestört ist, betrieb die Zeche bisher 3 Polderanlagen, von denen die Anlage III den Dortmunder Stadtteil Huckarde-Nord entwässert. Diese Anlage, die bei der fortschreitenden Bebauung nicht mehr genügte, war nicht erweiterungsfähig und unwirtschaftlich geworden. Da bei starken Niederschlägen regelmäßig die Keller der tiefer gelegenen Häuser überflutet wurden, mußte Abhilfe geschaffen werden. Das neue Pumpwerk wurde zunächst für eine Leistung von 900 l/sec., d. i. die dreifache Menge der bisherigen Leistung des Polders III, ausgebaut. Der Dauer- (Trockenwetter) -Zufluß beträgt einschließlich des Zechenabwassers 65 l/sec. Das Grubenwasser wird unmittelbar in den regulierten Mattlackgraben gepumpt. Ausbaufähig ist die neue Anlage bis auf 2900 l/sec. Außerdem ist die Möglichkeit vorgesehen, später in Verbindung mit dem Pumpwerk eine Kläranlage zu errichten.

Bei der verhältnismäßig geringen Dauerleistung der Anlage und einer immerhin nennenswerten Rückstaumöglichkeit im Zuflußkanal und Pumpensumpf war die Einrichtung eines selbsttätigen Betriebes gegeben. Maschinenanlage und Gesamtanordnung des Pumpwerks sind aus Abb. 1 und 2 zu ersehen. Die vier Pumpen sind mit senkrechter Welle ausgerüstet und leisten 2×75, 250 bzw. 500 l/sec. Der Antrieb erfolgt durch unmittelbar gekuppelte Drehstrommotoren. Die drei kleineren Motoren arbeiten mit Niederspannung und werden durch selbsttätige Anlasser in Abhängigkeit vom Wasserspiegel im Pumpensumpf ein- und ausgeschaltet. Der größte Motor mit einer Leistung von 90 PS (für 5000 Volt), arbeitet nur bei starken Niederschlägen und wird von dem im Pumpwerk wohnenden Maschinisten von Hand ein- und ausgeschaltet. Die Stromversorgung erfolgt durch ein Ringkabel der Vereinigten Stahlwerke, Abt. Gelsenkirchen, mit 5000 Volt Spannung. Die Abb. 3 zeigt die Anordnung der Motoren und der Niederspannungsanlage. Abb. 4 gibt einen Blick in den Pumpenraum.

Jede Pumpe ist durch einen besonderen Schwimmerschaltapparat mit einstellbarer Kontaktvorrichtung, die weiter unten eingehender beschrieben werden soll, mit der gemeinsamen Entlüftungsanlage verbunden. Diese besteht aus zwei Wasserring-(Elmo)Pumpen von je 680 l/min. Leistung und einem Vakuumkessel von 3 m³ Inhalt mit den zugehörigen Apparaten, Ventilen und Schaltern. Die Luftleere des Kessels wird vermittels Vakuum-Membranschalter, die in die Anschlußleitung für die Antriebsmotore der Luftpumpen eingebaut sind, innerhalb bestimmter Grenzen gehalten, die an den Schaltern genügend genau einstellbar sind. Um bei verhältnismäßig geringen, ankommenden Wassermengen, undichten Stopfbüchsen und dergleichen die Luftpumpen nicht unnötig häufig anspringen zu lassen, verzichtete man darauf, die Pumpen dauernd gefüllt zu halten, schließt vielmehr die Verbindung der einzelnen Pumpen mit dem Luftkessel durch ein in den Schwimmerschaltapparat eingebautes Ventil ab, das sich jedesmal nur dann öffnet, wenn die Pumpe arbeiten soll. Das Arbeiten der Apparate ist abhängig von der Lage des zugehörigen Hauptschwimmers im Pumpensumpf. Das Ein- und Ausschalten der Pumpe kann, je nach den Verhältnissen, durch verschiebbare Kontakte an dem Schwimmerführungsseil eingestellt werden. Ein Arbeitsspiel wird an Hand der nebenstehenden schematischen Skizzen erläutert. Beim Stillstand der Pumpe ist die Lage der Schwimmschalter S der Seilkontakte k_1 und k_2 sowie die Einstellung des Schwimmschaltapparates in der Abb. 5a angedeutet. Der kleine Schwimmer s, der mit dem Kipprahmen r und mit dem Absperrventil r für die Luftleitung starr verbunden ist, ist von dem vorherigen Arbeits-

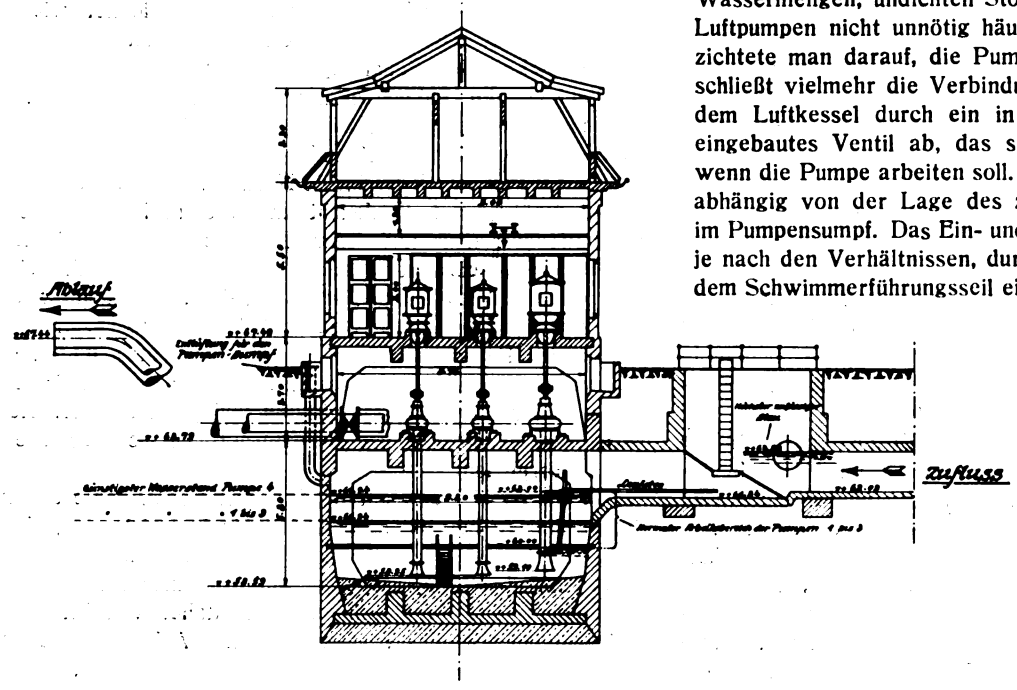


Abb. 2. Querschnitt.

Digitized by Google

Abb. 3. Motoren mit Niederspannungsschaltanlage.

spiel in seiner höheren Lage festgehalten. Das Luftventil ist geschlossen und die Verbindung der Pumpen mit dem Luftkessel unterbrochen. Der Luftkessel steht unter einer den Verhältnissen entsprechenden Luftleere.

Steigt nun der Wasserstand im Pumpensumpf und mit ihm der Schwimmer S, so legt sich der Seilkontakt k_1 auf den Winkelhebel w auf und löst die Arretierung des kleinen Schwimmers s aus, der in seine tiefe Lage fällt und das Luftventil v öffnet. Der Kipprahmen r geht um einen entsprechenden Ausschlag nach links. Der Seilkontakt k_1 treibt den Winkelhebel w bis zu dem Anschlag a_2. Der eine Schenkel des Winkelhebels, der durch eine Feder mit dem Hebel h verbunden ist, geht entsprechend weit nach links und treibt vermittels der Feder den Hebel h bei a_3 zum Anschlag (Abb. 5b). Durch die Verbindung mit dem Vakuumkessel hat sich die Kreiselpumpe und der Apparat mit Wasser gefüllt, der kleine Schwimmer steigt wieder und schließt die Luftleitung ab. Durch eine besondere kleine Schwinge — sie ist der Uebersichtlichkeit halber in den Skizzen nicht angedeutet —, deren Lage ebenso von der Stellung des Kipprahmens wie von der des Hebels h abhängig ist, wird der Hilfskontakt für den Motoranlasser der Pumpe geschlossen und die Pumpe in Gang gesetzt (Abb. 5c). Sie arbeitet so lange, bis der Wasserspiegel im Pumpensumpf und mit ihm der Schwimmer S genügend tief gefallen ist. Der entsprechend eingestellte zweite Seilkontakt k_2 nimmt den Hebel w mit bis zu dem Anschlag a_1. Die Achse des durch die Feder betätigten Hebels h kommt dadurch wieder mit der des Kontaktrahmens zur Deckung und der Hilfskontakt für den Anlasser wird geöffnet. Die

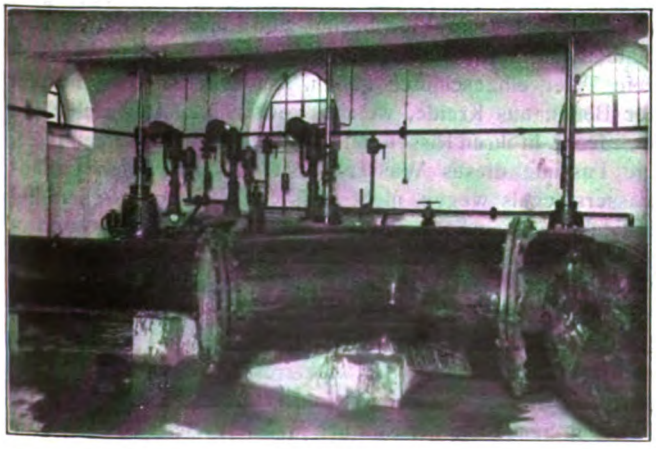


Abb. 4. Pumpenraum mit Schwimmerschaltapparaten.

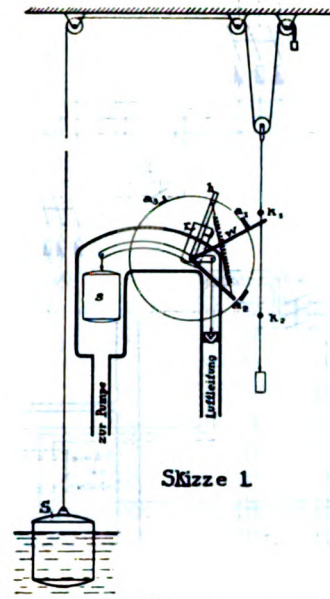


Abb. 5a.

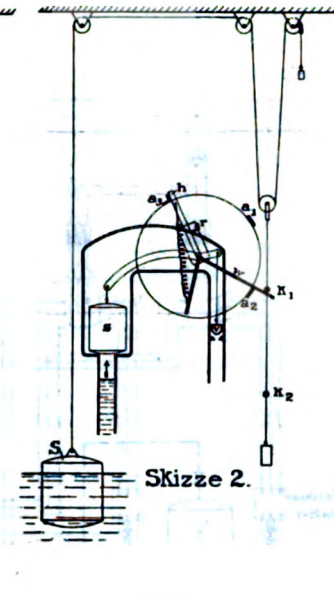


Abb. 5b.

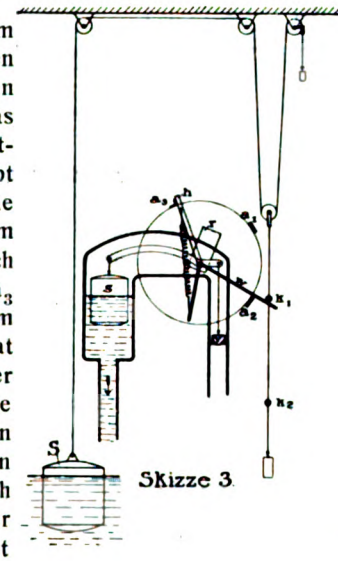


Abb. 5c.

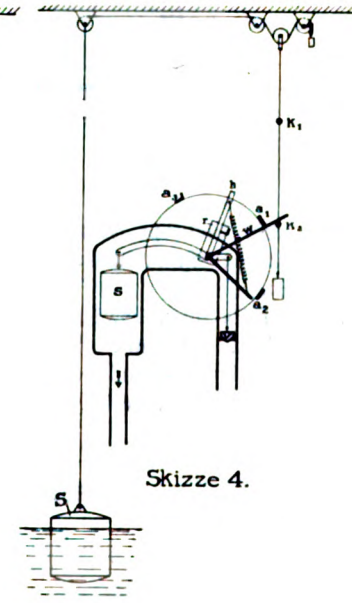


Abb. 5d.

Pumpe schaltet über den selbsttätigen Anlasser aus (Abb. 5d).

Die Apparate sind so eingestellt, daß bei steigendem Wasserspiegel im Pumpensumpf die Pumpen der Reihe nach anspringen und in umgekehrter Reihenfolge bei sinkendem Wasserspiegel wieder ausgeschaltet werden. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit ist die Schaltung so ausgeführt, daß die beiden Membranschalter wahlweise den einen oder den anderen Luftpumpenmotor in Gang setzen können. Außerdem ist noch ein besonderer Schwimmer vorhanden, der die Anlage im Falle des Versagens der Membranschalter bei einem höheren Wasserstand vermittels eines Schwimmerschalters in Betrieb setzt. Die grundsätzliche Anordnung der Maschinen und Apparate mit dem Schaltschema ist in Abb. 6 wiedergegeben. Um die Apparate und die Luftleitungen frei von dem vom Abwasser mitgeführten Schmutz zu halten, sind in die Luftleitungen vor ihrem Eintritt in die Schwimmschaltapparate besondere Siebtöpfe mit großen, freien Durchgangsquerschnitten eingebaut, die leicht auswechselbar und zu reinigen sind.

Digitized by Google

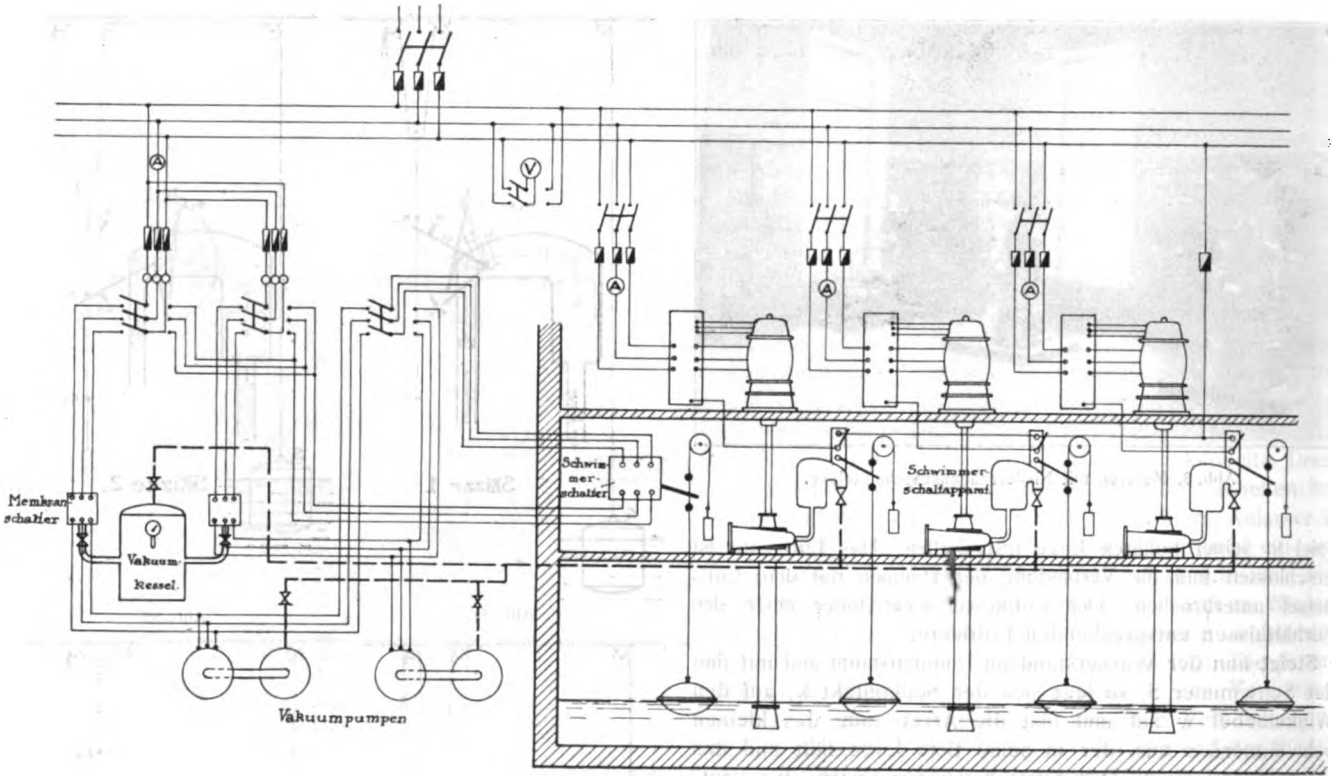


Abb. 6. Schaltschema.

Ein gleicher Siebtopf ist auch in die vom Druckraum der Pumpen zu der Stopfbüchse führenden Dichtungsleitung eingeschaltet.

Wie bereits oben erwähnt, hat sich die Einrichtung des Pumpwerkes, die mit Ausnahme der Hochspannungs-, Schalt- und Umspannanlage von den Maffei-Schwartzkopfwerken, G. m. b. H., Berlin, nach den Angaben der Emschergenossenschaft entworfen und ausgeführt wurde, während der Dauer des Betriebes gut bewährt. Besonders die Ausführung der Schwimmschaltapparate, die bei ihren vielseitigen Aufgaben und der Abhängigkeit der einzelnen Teile voneinander immerhin ein verwickeltes Gebilde darstellen, ist der ausführenden Firma vorzüglich gelungen. (W. 976.)

Das Wasserversorgungswesen in Holland

Von F. A. Liefrinck, c. i., Ingenieur des Reichsamts für Trinkwasserversorgung, Haag.

(Schluß aus Heft 13, S. 184.)

Im östlichen Teil der Niederlanden sind die geo-hydrologischen Verhältnisse einfacher. Im allgemeinen treten dort diluviale Sand- und Kiesschichten, welche von den Flüssen abgelagert worden sind, zu Tage; aus den Glazialperioden, welche Holland gekannt hat, stammen die Steine und der Moränenlehm, welche man im Norden des Landes antrifft; feinere Sande, Kies und Ton wurden in einer jüngeren Zeit in die Täler der diluvialen Flüsse angeführt. Das Tertiär tritt nur in der unmittelbaren Nähe der holländisch-deutschen Grenze an den Tag, und zwar in Form undurchlässiger Tonschichten; für eine Wasserentnahme kommt es also nicht in Betracht; nur an einzelnen Stellen, wo sich in diesem tertiären Ton Stromtäler ausgeschliffen oder tektonische Senkungen gebildet haben, können günstigere Verhältnisse vorgefunden werden. Die diluvialen Schichten nehmen allmählich in westlicher Richtung an Stärke zu und eignen sich sehr für Wasserversorgungszwecke. Im Zentrum des Landes und in den nordbrabantschen Heiden gewinnt man phreatisches Grundwasser guter Beschaffenheit, das an verschiedenen Stellen, zum Beispiel bei den Wasserfassungsanlagen der Städte Utrecht und Arnhem keinerlei Reinigung bedarf, und ohne weiteres den Verbrauchern abgeliefert werden kann. Mehrere Wasserfassungen bedienen sich des tiefen Grundwassers, zum Beispiel Nijmegen und Assen, welche es in einer Tiefe von 80 bis 90 m dem Boden entnehmen.

Im Westen Nordbrabants (zum Beispiel für die obengenannte Gruppenwasserversogung) bedient man sich neuerdings des tiefen Wassers aus dem marinen Tertiär, in einer Tiefe von 100 m und über.

Einen eignen, von dem der anderen Teile des Landes ganz verschiedenen Charakter besitzt Süd-Limburg. Es ist eine Plateaulandschaft, in der die Maas und ihre Zuflüsse sich tiefe Täler eingeschliffen haben. Südlich der Geul besteht der Boden aus Kreide, welche, von dünnen Lehmschichten abgedeckt, in ihren Rissen beträchtliche Wassermengen führt. Die Fassung dieses Wassers geht, des oft tiefen Grundwasserspiegels wegen, nicht stets einfach vor sich; nur bei den tektonischen Störungen, wo es aus dem Boden hervorquillt, liegen die Verhältnisse günstiger; Heerlen zum Beispiel hat sich eine derartige Fassungsanlage gebaut.

Im nördlichen Teil dieses Gebietes werden unter undurchlässigen Schichten tertiäre Sand- und Kiesablagerungen angetroffen, welche sich als sehr wasserreich erwiesen haben. Die Hauptrolle hinsichtlich der Wasserversorgung spielen aber die diluvialen Sande und der Kies der Maasterrassen, wo unter dem Druck der benachbarten Höhen, Wasserströme sich in der Rich-

Digitized by Google

tung des Flußbettes bewegen; in diesen wasserreichen Schichten hat man die Wasserfassungen von Sittard, Roermond und Venlo angelegt.

Die Wasserwerke und ihre Bauten.

Es wird hier nicht versucht werden, eine, sei es auch nur einigermaßen vollständige, Uebersicht der Wasserwerke Hollands zu geben. Auch wenn dies nicht der großen Verschiedenheit der Einzelheiten wegen unmöglich wäre, so würde es doch den gestellten Umfang dieses Artikels weit überschreiten; wir werden uns deshalb auf einige flüchtige Bemerkungen beschränken müssen.

Nachdem das Wasser in den verschiedenen, bereits im Vorhergehenden angedeuteten, Weisen dem Boden oder den Flüssen entnommen worden ist, wird es im allgemeinen einer Reinigung unterzogen, welche in Klärung, Belüftung, Sterilisation, Chemikalienzusatz und Schnell- oder Langsamfiltration bestehen kann; nur in einzelnen, bereits erwähnten Fällen (wie Utrecht, Arnhem) untergeht es keinerlei Behandlung.

Die langsame bakteriologische Sandfiltration, sei es in einer oder mehreren Phasen (Vor- und Nachfiltration) hat in überwiegendem Maße bei den Oberflächenwasserwerken Anwendung gefunden, und wird im allgemeinen, der größeren Zuverlässigkeit wegen, vor der geschlossenen Schnellfiltration mit Koagulation oder Sterilisation bevorzugt; nur in drei Fällen kam — und dennoch als provisorische Maßnahme — Chlorierung zur Anwendung. Die Enteisenung (und Entmanganung) wird vorwiegend durch offene Zerstäubung oder Rieselung erzielt; in einzelnen Fällen, zum Beispiel bei kleineren Betrieben, oder der örtlichen Verhältnisse wegen, wurde das geschlossene System gewählt; die Fälle sind jedoch nicht selten, daß man sich vor dem Bau solcher Anlagen in ungenügendem Maße der besonderen Beschaffenheit des Wassers Rechenschaft gegeben hat, und sich nachträglich mit einem Zusatz von Chemikalien, welchen man ursprünglich nicht beabsichtigte, trösten muß.

War es früher vielfach hauptsächlich der Eisengehalt, dem man seine Aufmerksamkeit widmete, in späteren Jahren haben auch das Mangan und die Agressivität gebührende Berücksichtigung gefunden. Die fortgeschrittenen Kenntnisse der Hydrologie der tieferen, tertiären Schichten haben in einzelnen Fällen, zum Beispiel in Brabant, dazu beigetragen, daß statt des ursprünglich benutzten weichen phreatischen Grundwassers, oder zusammen mit demselben, das härtere Tiefgrundwasser zur Verwendung gelangte, um in dieser Weise die Nachteile des ersteren (Agressivität, schwierige Enteisenung und Entmanganung) zu vermeiden oder wenigstens zu vermindern.

In der folgenden Tafel sind einige typische chemische Analysen der in Holland benutzten Wässer: Oberflächen- (Fluß-)

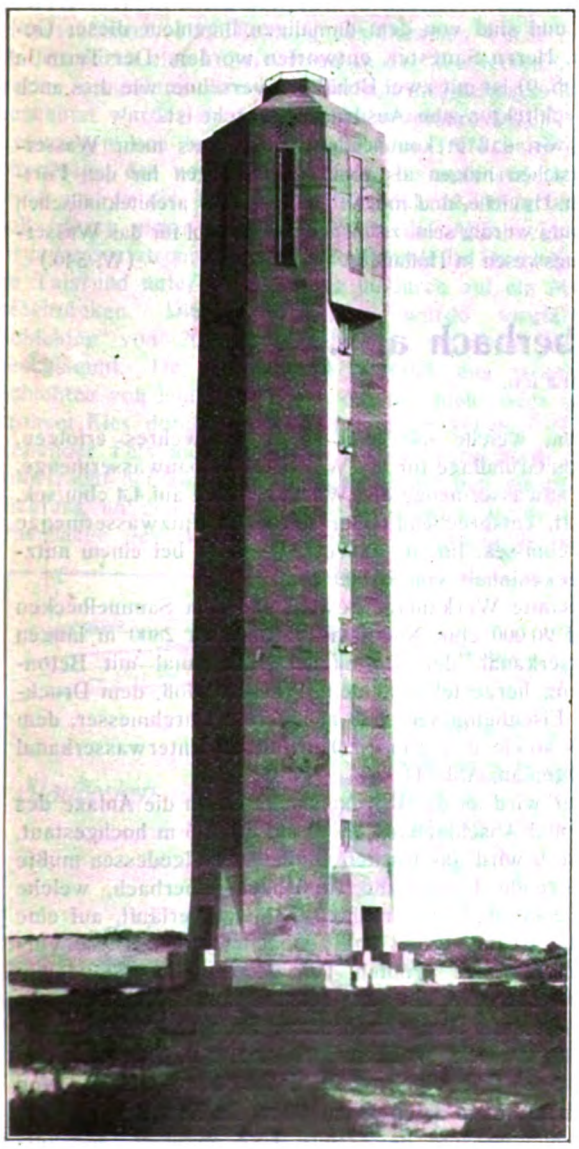


Abb. 7. Wasserturm in Kootwyk.

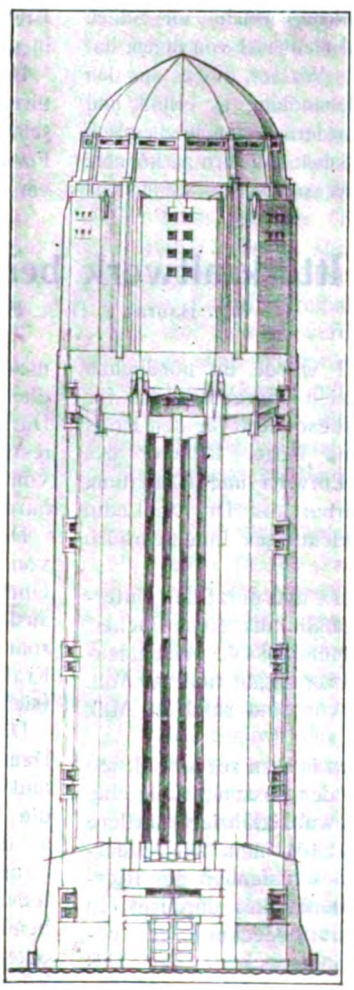


Abb. 8.
Wasserturm in Raamsdonksveer.

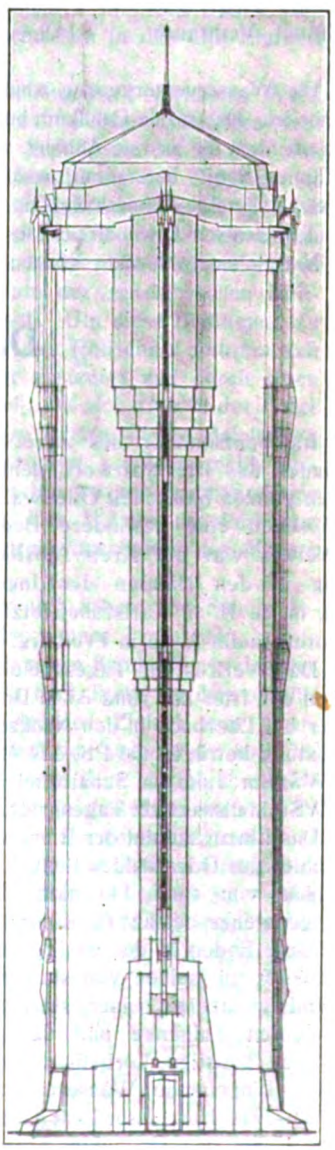


Abb. 9. Wasserturm in Etten.

Digitized by Google

wasser, Dünenwasser, phreatisches Grundwasser und Tiefgrundwasser zusammengestellt worden.

Beschaffenheit einiger typischer Wässer:

	Flußwasser (Rotterdam)	Dünenwasser (Amsterdam)	Phreatisches Grundwasser (Utrecht)	Tiefgrundwasser (Heerenveen)
C l'	68	33,1	11,7	22
NO_2'	0,12	0,08	0	0
NO_3'	5,1	0,36	0	0
SO_4''	48,4	17,6	7,6	0
HCO_3'	163	296	86	354
CO_2 [freie Kohlensäure]	2,2	9,2	7,5	64
CO_3''	0	0	0	0
SiO_2	8	29,4	11,1	33
H_2S^2	0	0	0	0
NH_4+	0,55	0,38	0	2,7
Organisch gebundenes NH_4	0,07	0	0	0,28
Fe++	0,3	0,3	0,1	10
Fe_2O_3	0,43	0,43	0,1	14,4
Mn++	0,14	0,22	0	0,45
Mn_3O_4	0,2	0,3	0	0,63
Gesamthärte $\left(\frac{CaO+1,4MgO}{10}\right)$ in Hd	11,1	14,4	4,1	13,0
$KMnO_4$-Verbrauch	14,9	14,5	2,3	36,2

Die Wasserversorgungen sind Betriebe, welche im Stillen arbeiten. Das große Publikum bemerkt nicht viel von ihnen, hat ja oft nicht die leiseste Ahnung, wo das Wasser, das es aus den Hähnen zapft, herstammt, welche Behandlung es erhält und welche ständige Aufmerksamkeit es erfordert es stets in chemisch und hygienisch einwandfreier Beschaffenheit abliefern zu können.

Nur in einer Hinsicht können die Wasserwerke, wenigstens die Gruppenwasserversorgungen, nicht daran vorbei, sich der öffentlichen Aufmerksamkeit aufzudringen: in den Bauten, welche ihnen gewissermaßen zum Symbol geworden sind: den Wassertürmen. Und gerade hier haben sie sich oft ihrer Aufgabe nicht gewachsen erwiesen, und haben sie gefehlt, diesen unentbehrlichen Gebilden, welche oft eine ganze Landschaft zu beherrschen vermögen, die Würde zu verleihen, welche diese zur Erfüllung der Bedingungen, denen sie außer dem rein praktischen Zweck in architektonischer Hinsicht zu entsprechen haben, benötigen.

Welche Scheußlichkeiten hat nicht eine vorige Generation gemeint uns auf diesem Gebiete hinterlassen zu müssen! Und wie wenig zahlreich sind auch leider jetzt noch die Behörden, welche sich Rechenschaft geben des erzieherischen Wertes einer versorgten Architektur ihrer öffentlichen Bauten!

Es ist denn auch sehr zu begrüßen, wenn dann und wann die verantwortlichen Persönlichkeiten sich dieser Pflicht bewußt erweisen und die Gestaltung der Wassertürme nur solchen Männern anvertrauen, welche ihre Aufgabe mit den Augen eines „Landschaftsarchitekten" zu sehen wissen.

In den Abbildungen 7, 8 und 9 sind einige der in der letzten Zeit in Holland zur Ausführung gelangten Turmbauten wiedergegeben worden. Erstere wurde nach dem Entwurf des Architekten Luthmann für die Funkstation Radio-Assel auf der Kootwijker Heide errichtet, die beiden andern gehören zu den elf verschiedenen Türmen der nordwestbrabantschen Wasserversorgung, und sind von dem damaligen Ingenieur dieser Gesellschaft, Herrn Sangster, entworfen worden. Der Turm in Etten (Abb. 9) ist mit zwei Behältern versehne, wie dies auch in der Architektur zum Ausdruck gebracht ist.

Hoffen wir, daß in kommenden Jahren stets mehr Wassertürme dastehen mögen als ebensoviele Zeugen für den Fortschritt der Hygiene, und mögen diese in ihrer architektonischen Formgebung würdig sein, zu dienen als Symbol für das Wasserversorgungswesen in Holland! (W. 540.)

Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N.

Von Baurat a. D. A. Baumann.

Im Spätsommer des Jahres 1922 wurde im nördlichen Baden das Itterkraftwerk dem Betrieb übergeben, das für den ganzen badischen Odenwald, insbesondere für den Kreis Mosbach eine besondere Bedeutung hatte. Erbauer des Werkes war der Kreis Mosbach; Entwurf und Bauleitung lag in den Händen des Ingenieurbureaus Dr. A. Ludin G. m. b. H. in Karlsruhe, jetzt Süddeutsches Ingenieurbüro vorm. Ludin-A.-G. in Freiburg.

Das Werk ist ein Tagesspeicherwerk und nützt den Unterlauf der Itter mit rund 33 m Bruttogefälle aus, eines Baches, der bei Eberbach in den Neckar einmündet. Die Maschinenleistung beträgt 1400 PS, das Arbeitsvermögen rund 4,0 Mill. kWSt im Jahr ab Schalttafel. Hiervon sind rund 2,8 Mill. kWSt hochwertige Tageskraft.

Das Einzugsgebiet der Itter, welches in dem regenreichsten Gebiet des Odenwaldes liegt, hat an der Fassungsstelle eine Größe von rund 140 qkm. Die zwanzigjährige mittlere Regenmenge beträgt für dieses Gebiet 1014 mm. Die Niederschläge finden in der geologischen Beschaffenheit des Ittergebietes mit seinen von starken Lettenbänken durchsetzten Sandsteinlagern, seiner starken Schuttbedeckung der bewaldeten Talhänge und der Alluvialbedeckung der Talgründe günstige Vorbedingungen für einen langsamen Ablauf. Eingehende Wassermessungen nahm in den Jahren 1907—1914 Herr Fabrikant Gütschow in Ederbach vor, der als erster den Gedanken einer Ausnutzung der Itter aufgegriffen hatte und ihn eifrig förderte. Diese Wassermessungen, welche mit Hilfe eines Meßwehres erfolgen, dienten als Grundlage für die Wahl der Ausbauwassermenge. Die Ausbauwassermenge des Werkes wurde auf 4,4 cbm/sek. festgesetzt, entsprechend einer mittleren Nutzwassermenge von 2,35 cbm/sek. für die Jahre 1907—1914, bei einem nutzbaren Beckeninhalt von 90 000 cbm.

Die gesamte Werkanlage besteht aus dem Sammelbecken von rund 90 000 cbm Nutzinhalt, dem etwa 2800 m langen Oberwasserkanal, der als offener Hangkanal mit Betonauskleidung hergestellt ist, dem Wasserschloß, dem Druckrohr aus Eisenbeton von 1,80 m innerem Durchmesser, dem Krafthaus sowie dem rund 400 m langen Unterwasserkanal (siehe Lageplan, Abb. 1).

Die Itter wird an der Fassungsstelle durch die Anlage des Dammes und Abschlußbauwerkes um etwa 6 m hochgestaut, und dadurch wird das Becken gebildet; infolgedessen mußte die tiefliegende Landstraße Amorbach—Eberbach, welche an der Beckenstelle am rechten Talhang verläuft, auf eine Länge von 450 m verlegt und gehoben werden. Diese Verlegung lieferte den größten Teil des für den Staudamm benötigten Erdmaterials. Es bestand aus lehmiger, mehr oder weniger mit Sand durchsetzter Erde und war für den Verwendungszweck vollkommen geeignet. Der Damm (Abbildung 2) hat eine größte Höhe über Gelände von 7,50 m; seine Länge beträgt rund 60 m, die Kronenbreite 3 m. Die Böschungen sind beiderseits 1 : 2 angelegt, der luftseitige Böschungsfuß ist durch einen Steinsatz geschützt.

Digitized by Google

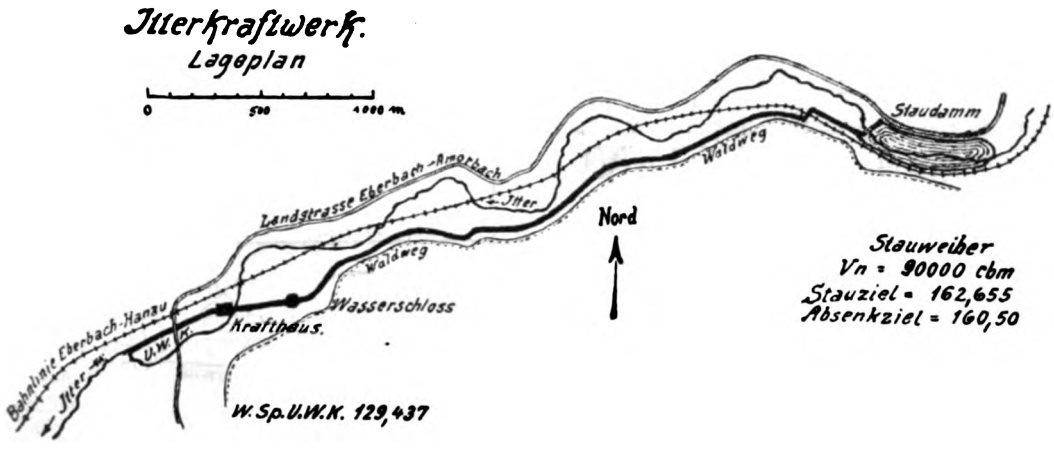


Abb. 1. Itterwerk, Lageplan.

Um eine möglichst innige Verbindung des Dammes mit dem Erdboden zu erreichen, wurde das Dammlager nach Abhub des Humus parallel zur Dammachse abgetreppt vorbereitet. Ein vorhandener niederer alter Damm im Profil des neuen wurde belassen und verbesserte diese Verzahnung. Der Damm, der etwa 7000 cbm Inhalt hat, wurde in Schichten von 20—30 cm Stärke aufgebracht, gestampft und außerdem eingeschlämmt. Die Dichtung des Dammes wurde bewerkstelligt durch eine Lehmvorlage an der Wasserseite, welche gegen Ausspülung durch eine Vorlage aus steinigem Material geschützt wurde; ein an diese Lehmvorlage anschließender Lehmsporn von im Durchschnitt 4 m Tiefe unter Bodenoberfläche, der von einem Talhang bis zum andern durchläuft, und in die Talhänge selbst noch 12—15 m eingreift, soll bis zu einem gewissen Grade die Abschneidung des Grundwasserstromes bewirken und damit die Durchsickerung im Talgrund unter dem Damme hindurch auf ein Minimum beschränken. Dieser Lehmsporn wurde sorgfältig, in Schichten von 20 cm eingebracht, gestampft und eingeschlämmt. Der Untergrund bestand aus wechselnden Schichten von lehmigem Sand, der mit mehr oder weniger grobem Kies durchsetzt war. Da in erträglicher Tiefe anstehender Fels nicht gefunden wurde, verzichtete man in Anbetracht der geringen Wasserhöhe auf den Anschluß der Dichtung an den Felsen. Vor dem Damm wurde auf der Oberfläche des Beckens, ebenfalls im Anschluß an den Lehmsporn und Lehmdichtung auf etwa 30 m Breite noch ein Lehmschlag aufgebracht. Diese Bauweise hat sich gut bewährt.

Am linken Ende des Dammes, anschließend an den linksseitigen Berghang, wurde die Hochwasserentlastung, sowie die Kraftwasserentnahme eingebaut (Abb. 3). Die Hochwasserentlastung besteht aus einem Rollschütz von 10 m l./W. und 3.25 m Höhe und aus dem als Segmentwehr ausgebildeten Grundablaß, das eine Oeffnung von 3.50 auf 2.80 verschließt. Das Rollschütz setzt sich auf eine feste Wehrschwelle auf, deren aus dem Boden ragender Teil etwa 2 m hoch ist, und deren Gründung 3 m unter Gelände auf mit großen Findlingen durchsetzten, festgelagerten Kies geführt ist. Ein kräftiges Sturzbett aus Beton von 14 m Länge, das zum Schutze gegen die Folgen einer Auskolkung an seinem unteren Ende mit einem 2 m tiefen Sporn versehen ist, leitet die Hochwassermassen in das alte Itterbett zurück.

Das von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Gustavsburg, gelieferte Rollschütz, von einem Gesamtgewicht von etwa 18 t, hat eine lichte Weite von 10 m und eine lichte Höhe von 3.25 m. Die Berechnung des Schützes ist durchgeführt unter der Annahme, daß dasselbe 0.5 m hoch überströmt wird. Dieser Fall soll praktisch nie vorkommen, da der Wasserstand im Becken nie über Stauziel, welches in gleicher Höhe mit der Oberkante des geschlossenen Rollschützes sich befindet, steigen soll. Um diese Bedingung zu erreichen, war vorgesehen, daß das Rollschütz automatisch durch eine Schwimmregulierung gesteuert und durch einen Elektromotor bewegt werden soll. Da sich aber in der Folge zeigte, daß ohne Wehrwärter am Platze — der gleichzeitig den Oberwasserkanal mit kontrolliert — doch nicht auszukommen war, wurde die immerhin wasserverschwendende Selbstregulierung abgeschaltet. Der Wärter reguliert nun den Wasserstand im Becken durch Einschalten des Motors von Hand.

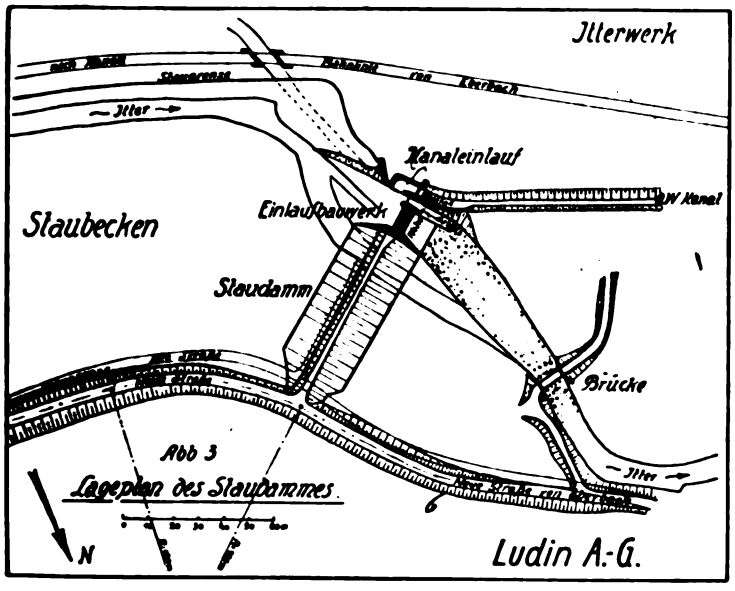


Abb. 2. Itterwerk, Lageplan des Staudammmes.

Der Grundablaß, der sich neben dem Schütz befindet, ist von diesem durch einen 2 m breiten, kräftig mit Eisen armierten, mit rotem Sandstein verkleideten Betonpfeiler getrennt. Er liegt direkt vor dem parallel zur Dammachse abzweigenden Einlauf zum Oberwasserkanal, dessen Unterkante noch 30 cm über der Oberkante des Grundablasses liegt, so daß eine kräftige Spülwirkung bei Oeffnen desselben entsteht. Er ist, wie oben erwähnt, als Segmentschütz mit einer Oeffnung von 2.80 m Höhe und 3.50 m Breite ausgebildet und kann in geöffnetem Zustand bei vollem Stauziel 67 cbm/sek. abführen. Das Hauptschütz hat bei Stauziel in vollständig geöffnetem Zustand eine Leistungsfähigkeit von 133 cbm/sek., so daß die Hochwasserentlastungsanlage insgesamt eine Wassermenge von 200 cbm/sek. abführen kann. Es sei hier noch erwähnt, daß die größten bisher an der Itter beobachteten Hochwassermengen rd. 80 cbm/sek. betragen. Das Segmentschütz lehnt sich mit seinem oberen Teil an eine Tauchwand aus Eisenbeton von 2.95 m Höhe. Den obersten 40 cm hohen Teil bis zum Stauziel

Digitized by Google

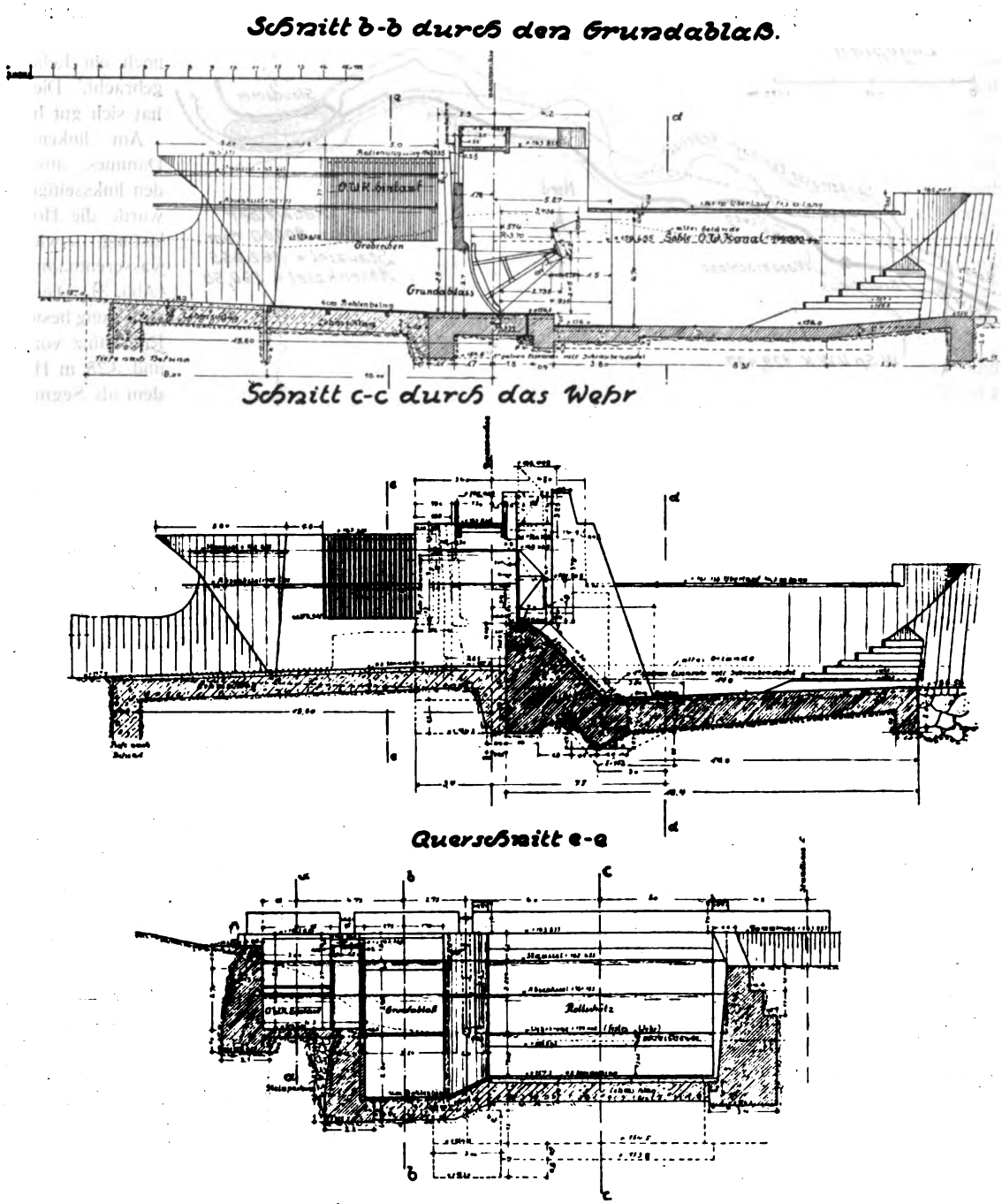


Abb. 3. Hochwasserentlastung und Kraftwasserentnahme des Itterwerks.

verschließt ein senkbares Holzschütz, welches insbesondere zum Abziehen von Treibeis eingebaut ist. Links neben der Grundablaßöffnung, durch einen Pfeiler von 1.50 m Breite getrennt, befindet sich der Oberwasserkanal, dessen wesentlich verbreiteter Einlauf kurz vor dem Grundablaß durch einen Grobrechen aus Eisenbahnschienen geschützt, senkrecht zur Flußrichtung abzweigt und unter gleichzeitiger Verengung in die Flußrichtung umbiegt. Die Sohle des Einlaufs liegt 3 m über der Beckensohle. Der Verschluß geschieht durch ein Holzgleitschütz von 3 m l. W. und 1.60 m l. Höhe; auch hier ist der obere Teil der Oeffnung bis Stauziel durch eine Tauchwand aus Eisenbeton verschlossen. Außer zum Verschließen des Oberwasserkanals dient das Einlaßschütz auch noch zum Regulieren des Wassereinlaufs in den Oberwasserkanal. Drei Wasserstandsfernmelder zeigen durch elektrische Uebermittlung mit Hilfe von Schwimmern die jeweiligen Wasserstände im Becken, im Oberwasserkanal kurz hinter dem Einlauf und im Wasserschloß auf einer Skala im Krafthaus an. Das Regulierschütz, das den Einlauf in den Oberwasserkanal regelt, kann vom Krafthaus aus gesteuert werden, so daß der Maschinenwärter immer in der Lage ist, durch Heben bzw. Senken des Schützes die für den Betrieb jeweils nötige Wassermenge in den Oberwasserkanal einzulassen. —

(Forts. folgt.) (W. 299.)

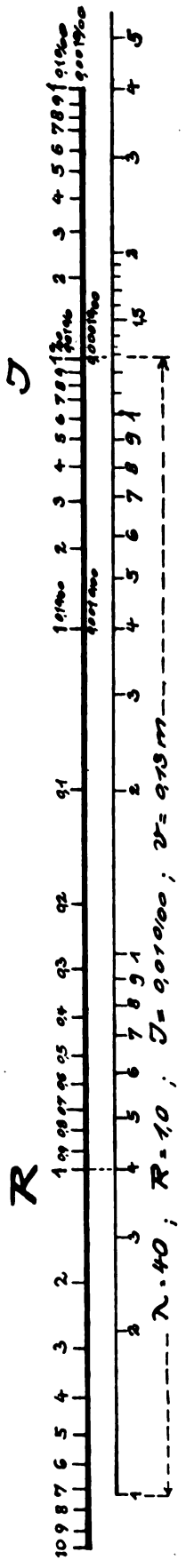
Digitized by Google

Logarithmischer Maßstab zur Forchheimer-Formel.

Von Wiesenbaumeister W. Müller-Späth, Stade-Hann.

Im Anschluß an die Ausführungen „Nomogramm zur Forchheimer Formel" von Herrn Ing. Karl Grün in Heft Nr. 6 dieser Zeitschrift wird im nachstehenden noch auf einen anderen Weg hingewiesen, der nach Art des Rechenschiebers zur unmittelbaren und schnellen Ermittelung der gesuchten Werte führt.

Nach der Fließformel von Prof. Forchheimer ist $v = \lambda \cdot R^{0,7} \cdot J^{0,5}$ oder log. v = log. λ + log. $(R^{0,7})$ + log. $(J^{0,5})$. Die Adition der Logarithmen kann wie in der Figur angegeben ist, durchgeführt werden. Die Figur zeigt zwei Maßstäbe. Der stark ausgezogene stellt einen festliegenden Maßstab und der dünn ausgezogene einen beweglichen Maßstab dar. Der feste Maßstab besteht aus den logarithmischen Werten für $R^{0,7}$ und $J^{0,5}$. Der Beiwert λ wird durch entsprechendes Verschieben des beweglichen Maßstabes nach links in die Berechnung eingeführt. Maßgebend für die Maßstabsverhältnisse der einzelnen Glieder der Gleichung ist dasjenige Verhältnis, in dem der bewegliche Maßstab aufgetragen ist. Zweckmäßig beträgt dieses Maßstabsverhältnis 1 : 10, das heißt 1 Kennziffer ist 0,10 m lang. Demnach würden in vorliegendem Falle 1 Kennziffer für R = 7 cm und für J = 5 cm lang werden.



Ein Vorteil bei Anwendung des logarithmischen Maßstabes liegt in der Möglichkeit, in sämtlichen Fällen, die im Rahmen der Formel liegen, das Ergebnis finden zu können. Daß die Stellenanzahl des Ergebnisses sich nicht ablesen läßt, bietet für den an den Rechenschieber gewöhnten Techniker keine Schwierigkeit. Die flachen Schnitte, die sich bei Anwendung eines Monogramms ergeben können, kommen im vorliegenden Falle nicht vor. Der bewegliche Maßstab ist als Einheitsmaßstab anzusehen, der bei sämtlichen anderen gleichartigen Berechnungen verwandt wird. Ueber die Anwendungsmöglichkeit der logarithmischen Maßstäbe ist von mir in der Zeitschrift des Verbandes Deutscher Kulturtechniker Heft Nr. 9 vom 15. September 1926 einiges veröffentlicht worden.

In diesen Ausführungen wird gezeigt, daß sich auch die nicht logarithmierbaren Kutterschen Formeln zur Erlangung eines praktischen Ergebnisses als Maßstäbe auftragen lassen. (W. 163.)

Ein neuer mechanischer Antrieb für Freifallschützen.

Von Dipl-Ing. Paul Leybold, Geislingen an der Steige.

Freifallschützen sollen ein rasches Schließen der Turbinenkammer oder des Rohreinlaufs am Wasserschloß gewährleisten, wenn Betriebsstörungen auftreten. Hierzu gehört eine sichere Auslösevorrichtung und eine zwangläufige Bremse für den abrollenden Teil.

Neben verschiedenen hydraulischen Vorrichtungen schwerer Bauart gibt es neuerdings eine patentierte Konstruktion von Dipl.-Ing. P. Leybold, Geislingen Stg., welche in einer sinnreichen Verbindung von Umlaufrädergetriebe und zweiteiliger Bandbremse besteht.

Das Getriebe wird zwischen Zahnstangenvorgelege und selbsthemmender Schnecke eingebaut.

Die Wirkungsweise ist nach Abb. 1 folgende:

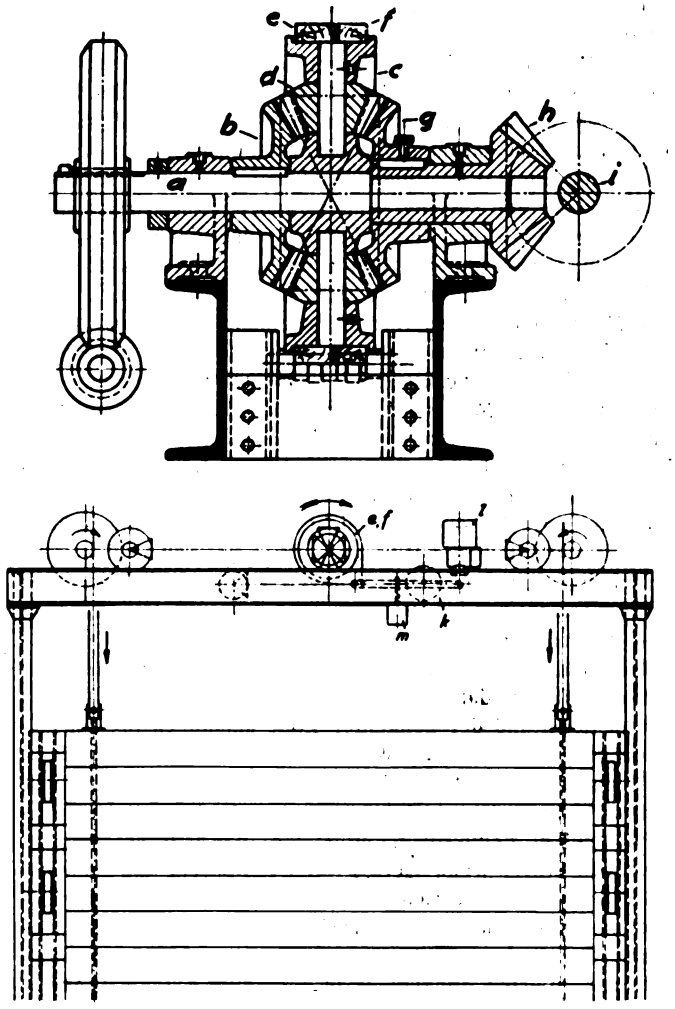


Abb. 1. Freifallschütze.

Die in normalem Betrieb belastete Bandbremse e wird durch elektrische Fernauslösung des Hubmagneten l gelüftet, so daß das Gewicht der Schützentafel die Planetenräder d auf dem durch die Schnecke gehemmten Kegelrad b abrollen läßt. Die Bewegung ist jedoch durch die kleinere Bandbremse f, welche

Digitized by Google

dauernd unter der Einwirkung des Laufgewichtes m steht, noch gedämpft. so daß keine schädliche Geschwindigkeit eintreten kann. Diese und damit auch die Schlußzeit der Schütze ist durch ein Laufgewicht m sowie einen Oelkatarakt einstellbar. Der Oelkatarakt soll bei schweren Schützen verwendet werden, wo große Massen beschleunigt werden müssen. In diesem Falle werden beide Bremsen gelüftet, worauf die Zusatzbremse f je nach Einstellung eines Oelkataraktes langsam oder schnell niederfällt, um den schleichenden Schluß am Ende des Hubes zu bewirken. Bei kleineren Schützen genügt das Laufgewicht zur Regulierung der Fallgeschwindigkeit. Die Freifallvorrichtung ist jederzeit ohne vorherige Anstellung betriebsbereit, wenn der Hubmagnet wieder stromlos ist.

Da das Hängen der Schützentafel nur von der Stellung des Lüftmagneten abhängt, kann die Schützentafel in jeder Stellung zum Halten gebracht werden, wenn der Lüftmagnet entsprechend gesteuert wird; hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, den Mechanismus jederzeit zur Erprobung spielen zu lassen, ohne die Turbinenkammer zu schließen. Der Vorteil des Getriebes besteht in seiner Einfachheit und der Einbaufähigkeit in vorhandene Schützen, daher zwischen die vorhandenen bekannten Teile eines Windwerkes gebaut wird. (W. 951.)

Persönliches.

Das Vorstandsmitglied der Mittleren Isar A.-G.,
Ministerialrat F. Krieger,
wurde auf einstimmigen Beschluß der Maschineningenieur-Abteilung der Technischen Hochschule München mit der Würde eines Dr.-Ing. e. h. ausgezeichnet „in Ansehung seiner hervorragenden Verdienste um die Fruchtbarmachung wissenschaftlicher Methoden, insbesondere des Modellversuches, für den Ausbau der Wasserkräfte."

Zuschriften.

Bremsergebnisse einer Stromturbine.
(Vgl. diese Zeitschrift, Heft 4, S. 57)

Der ganz bedeutende Unterschied in der Leistung einer Stromturbine, je nachdem ob das Propellerrad frei oder mit einem Mantel Suess'scher Bauart umgeben in die Strömung gesetzt wird, wie es aus Abb. 2 der Mitteilungen des Herrn Professor Dr.-Ing. F. Magyar in H. 4/1927 dieser Zeitschrift ersichtlich, läßt darauf schließen, daß die erreichte Leistung auch von jener Wassermenge abhängt, die nicht nur durch das Gehäuse der Turbine, sondern außen herum strömt. Dies erkennt man noch deutlicher bei Beachtung der am Austrittsende am Umfang angebrachten Löcher. Es wäre zum Beispiel interessant zu erfahren, wie sich die Leistung ändert, wenn der Mantel ohne diese Löcher ausgeführt wird. Daraus ist nun aber zu erkennen, daß zur Berechnung des Wirkungsgrades mit $Q = F \cdot c$ eine viel zu kleine Wassermenge eingesetzt wurde. Man wird nicht weit fehlgehen, wenn man eine deutlich merkbare Störung der Strömung in einem Umkreise um die Turbinenachse voraussetzt, dessen Durchmesser vielleicht dem Dreifachen des Propellerdurchmessers gleichkommt. Es soll damit nicht etwa gesagt sein, daß in der Gesamtheit dieser Wirkungssphäre eine ebensolche Geschwindigkeitsverringerung erfolgen wird, wie bei dem das Rad durchströmenden Wasser, was ja einer Verringerung des Wirkungsgrades bis auf 1/9 des in der genannten Mitteilung angegebenen Wertes gleichkäme. Wenn man aber selbst annimmt, daß die Beeinflussung außen vom Gehäuse bis an den Rand der genannten Zone allmählich bis auf null abklingt, kommt man auf Wirkungsgrade, die etwa ½ bis ¼ der angegebenen Werte betragen. Selbstverständlich läßt sich in einer solchen Sache nur schwer eine gewisse Annahme allein deduktiv rechtfertigen, weshalb es sehr zu begrüßen wäre, wenn Herr Prof. Dr. Magyar die Oeffentlichkeit darüber unterrichten möchte, wie die Entfernung der Ufer und der Sohle von der Turbine deren maximal erreichbare Leistung beeinflußt.

In der zitierten Abhandlung in der „Z. d. ö. Ing.- u. Arch.-Ver." 1925 weist Herr Prof. Dr. Magyar selbst auf diesen Umstand hin. Die Schwierigkeit der Bestimmung der Wassermenge für die Berechnung von η darf aber natürlich nicht auf eine solche Weise umgangen werden, daß man einen wirtschaftlichen Wirkungsgrad gleich abgebremster Leistung geteilt durch Anlagekosten bildet, wie es an dieser Stelle empfohlen wurde. Man ist gewöhnt, in jedem Wirkungsgrad, auch in einem wirtschaftlichen, einen Verhältniswert zu sehen; dann ist aber ein derart gebildeter Quotient sinnlos.

Laibach, 25. Februar 1927.

Ing. Karl Grün.

Herr Ing. Grün hat recht, wenn er die Beteiligung der am Gehäuse vorbeiströmenden Wassermenge an der Leistungsabgabe feststellt. Ich muß aber dazu bemerken, daß ich diesen Umstand in meinem Bericht in der „Ztschr. d. öster. Ing.- u. Arch.-Vereins" 1925, Heft 19/20 selbst ausführlich behandelt und auf die sich dadurch ergebenden Schwierigkeiten bei Erstellung des Wirkungsgrades hingewiesen habe. Auch in meinem Bremsbericht wird ausdrücklich der überwiegende Einfluß des Gehäuses betont und neuerdings der Zweck der Sauglöcher erörtert. Gerade in dieser Ausnützung des Störungsbereiches ist der Vorteil gegenüber Stoßrädern zu suchen, woraus aber folgt, daß die Aufstellung des Wirkungsgrades in der von Herrn Ing. Grün vorgeschlagenen Weise keinen richtigen Vergleich gegenüber Schiffsmühlen geliefert hätte. Uebrigens dürfte dann auch der Flettner-Rotor nicht mit einem dem Hauptschnitt des Rotorzylinders flächengleichen ebenen Segel verglichen werden. Im unbegrenzten Mittel — und dieser Fall liegt wegen der Kleinheit der Turbinenquerschnitte im Vergleich zum Flußprofil praktisch vor — bedeutet die Vergrößerung des Störungsbereiches einen Vorteil, der die Güte der Konstruktion mitbestimmt und daher zum Ausdruck gebracht werden muß. Auch liegen die Verhältnisse wegen der Tragschiffe nicht so einfach wie Herr Ing. Grün andeutet. Man müßte, um genau vorzugehen, die Meßquerschnitte genügend weit vor und hinter der Turbine wählen, weil tatsächlich die ganze Wassermenge an dem Ausgleich der Störung beteiligt ist. In so gewählten Querschnitten wäre aber eine Energiebilanz bei dem im Verhältnis zur Gesamtenergie geringen Entzug geradezu undurchführbar gewesen. Versuche in engen Gerinnen halte ich für praktisch unwahr, kann aber auch Herrn Ing. Grün keine Daten hierüber geben, weil ich außer der Bremsung keinerlei Versuche mit der Stromturbine persönlich angestellt habe. Endlich sollen die Bremsergebnisse nur einen Vergleich von Stromturbinen untereinander ermöglichen. Vergleiche von Stromturbinen mit Gefällsturbinen sind schon wegen der Verschiedenheit der Voraussetzungen untunlich. Um aber einen wirtschaftlichen Vergleich zu ermöglichen habe ich in oben erwähntem Aufsatz einen an-

Digitized by Google

deren Vergleichswert vorgeschlagen, der eigentlich den Reziprokwert der Ausbaukosten einer Pferdekraft vorstellt. Die Bezeichnung „wirtschaftlicher Wirkungsgrad" mag von mir schlecht gewählt worden sein.

Es seien mir bei dieser Gelegenheit noch einige Bemerkungen zur Anmerkung der Schriftleitung in der „Wasserkraft", Heft 4, 1927 gestattet.

Die Veröffentlichung der Bremsresultate in dieser Zeitschrift erfolgte über ausdrückliches Ersuchen der Schriftleitung. Die Bemerkung über „Großwasserkraftnutzung" dürfte wohl mit meinem Bericht, der nichts diesbezügliches enthält, nicht in Zusammenhang stehen. Hinsichtlich des Staues verweise ich auf meinen Bremsbericht S. 58.

Zum Schlusse muß ich noch feststellen, daß der erste Absatz (S. 57) des gedruckten Berichtes in meinem an die Schriftleitung gesandten Konzept nicht enthalten war.[1])

(W. 157.) Dr. Magyar.

[1]) Dieser Absatz ist gelegentlich der Fahnenkorrektur durch Herrn Ing. Sueß selbst hinzugefügt worden, wie sich nachträglich ergab. Der Schriftleitung war es bei Rückerhalt der Korrektur unbekannt, daß diese Beifügung nicht von Herrn Dr. Magyar stammte. Die Schriftleitung.

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Das Ohio-Flußkraftwerk bei Louisville.

Im Zusammenhang mit der Regulierung des Ohio für Schiffahrtszwecke ist ein Großwasserkraftwerk für eine Gesamtleistung von 100 000 PS im Bau, das hinsichtlich Planung und Bauausführung Interessantes bietet. Im Fluß wird ein Stauwerk, bestehend aus einem beweglichen Wehr mit 30 Oeffnungen und einem ungefähr rechtwinklig daran anschließenden festen Wehr, welch letzteres bis zum Kraftwerk reicht und das Einlaufbecken bildet, erbaut. Die Länge des ersteren Wehrteiles beträgt rund 300 m, die Länge des festen Trennungswehres zwischen Einlaufbecken und Fluß rund 1300 m. Das Krafthaus erhält eine Länge von 108 m. Das Krafthaus ist also um etwa 1300 m vom beweglichen Wehr ab flußabwärts gerückt. Die Wassermenge des Ohio schwankt an der fraglichen Stelle zwischen rund 1400 und 21 200 m³/sec. Die gesamte Kraftwerksanlage wird durch den Louisville- und Portland-Canal umgangen, an dessen unterstromigem Ende eine Doppelschleuse für die Schiffahrt eingebaut ist; der Kanal schneidet die Flußkrümmung ab, vor deren Beginn das Krafthaus liegt. Bemerkenswert ist die Ausnützung außerordentlich wechselnden Gefälles, wie es sich durch die Aenderung der Wassermenge ergibt. Das Normalgefälle ist 11,3 m und vermindert sich bei 9900 m³/sec Wasserführung auf 0,76 m. Bei einer Höchstwassermenge von 21 200 m³/sec ist Oberwasser und Unterwasser gleich, der Wasserspiegel steht dabei rund 8,5 m über dem normalen Stauspiegel der Anlage. Hierfür mußten die Baulichkeiten des Kraftwerkes zugeschnitten werden, welche Abb. 1 zeigt. Die gesamte Maschinenanlage würde bei diesem Höchstwasserstand bis zu den Erregermaschinen der Generatoren unter dem Wasserspiegel liegen, welcher auch das Rechenpodium noch um 7,6 m übersteigt.

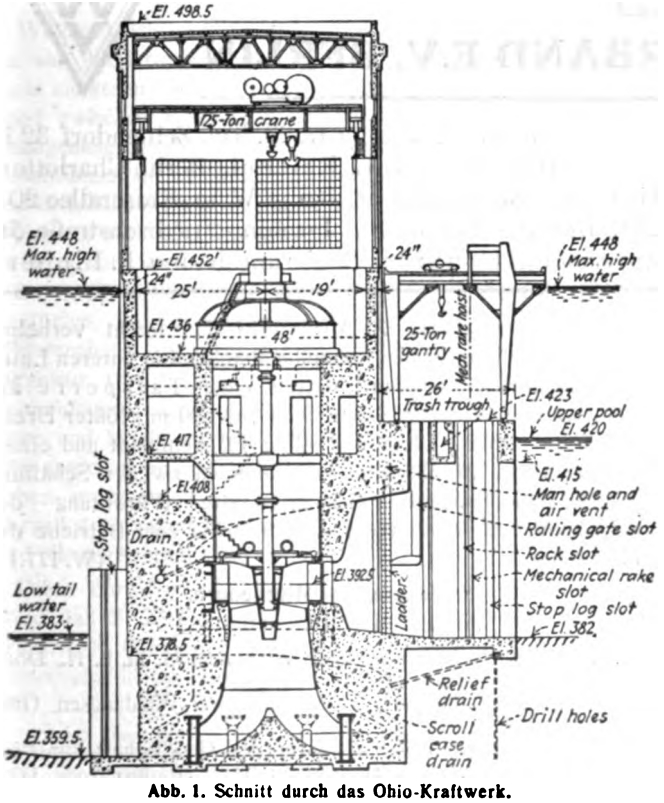


Abb. 1. Schnitt durch das Ohio-Kraftwerk.

Zum Einbau kommen 8 Radial-Propellerturbinen von je 13 500 PS Leistung unter 11,3 m Gefälle bei einer Drehzahl von 100, entsprechend einer spezifischen Drehzahl von 570. Die Turbinen können noch bis herab zu 3,05 m Gefälle arbeiten. Die garantierte Leistung ist bei 11,3 m Gefälle 13 500 PS und bei 3,66 m Gefälle 2600 PS. Der Mittelabstand der mit Moody-Saugrohren ausgerüsteten Turbinen beträgt 17,7 m mit Ausnahme der Zwischenräume zwischen den Aggregaten 2 und 3, sowie 5 und 6, welche wegen der Ausdehnungsfugen im Gebäude auf 19,5 m Achsenabstand auseinandergerückt sind. Bemerkenswert ist die tiefe Lage der Turbinen über dem Unterwasserspiegel. Die Höhe zwischen normalem Unterwasserspiegel und Leitradmitte beträgt nur 2,9 m, d. i. rund 25% des Gesamtgefälles. Jede Turbine läßt bei normalem Gefälle 11,3 m³/sec durch, also nur rund 2½% mehr als die Turbinen des Kachletwerkes, bei einem Laufraddurchmesser von 4,6 m (Kachlet 4,5 m). Die Anlage arbeitet (entsprechend z. B. unseren Mainkraftwerken) mit wechselnder Leistung; während 45 Tagen in einem normalen Jahr beträgt das Gefälle unter 3,05 und der Betrieb ruht. In „Engineering News-Record" 1927, Band 98, Nr. 19, Seite 762, werden eingehend auch die Baustelleneinrichtungen beschrieben. (W. 185.)

Der Bruch der Gleno-Talsperre. Die furchtbare Katastrophe vom 1. Dezember 1923 in Bergamo in Oberitalien, wo seinerzeit infolge Bruches der Sperrmauer 4 Mio m³ Wasser ausbrachen, und neben blühenden Dörfern und Industriestädten mehr als 300 Menschenleben vernichtet wurden, hat nunmehr ihr gerichtliches Nachspiel gefunden. Wir haben in dieser Zeitschrift 1924, Heft 4, Seite 36, Seite 44 und Heft 18, Seite 330 mehrfach über das Ergebnis der Untersuchungen berichtet, welche eine unerhörte Fahrlässigkeit bei der Planung und Bauausführung und zum Teil ein Versagen der staatlichen Bauüberwachung ans Tageslicht brachten und zu den bekannten, neueren gesetzlichen Bestimmungen verschiedener Länder über den Bau von Talsperren mit Anstoß gaben.

Das Gericht in Bergamo hat nunmehr nach dreijähriger Prozeßdauer den Unternehmer Vigano und den Bauleiter Ingenieur Santangelo zu je 3 Jahren 4 Monaten Gefängnis und Tragung des Schadens-Ersatzes (der Sachschaden wurde seinerzeit auf 100 Millionen Lire geschätzt) verurteilt.

Digitized by Google

Literatur

Buchbesprechungen

Die Geschichte der Bayerischen Industrie. Herausgegeben von Dr. jur. Alfred Kuhlo. 527 Seiten, 22,5 × 30 cm, mit vielen Abbildungen. München 1926; Bayerische Druckerei- und Verlagsanstalt. Preis in Leinen gebunden 16 Mark.

Zu seinem 25jährigen Bestehen hat Dr. Alfred Kuhlo es unternommen, eine Geschichte der bayerischen Industrie zu bringen, welche die Entstehung der vielen Zweige der bayerischen Industrie und ihren gegenwärtigen Stand in kurzen, aber sachlich eingehenden Einzeldarstellungen berufener Vertreter der einzelnen Industriezweige schildert. Wenn auch im Vorwort das Buch als ein „Versuch" bezeichnet ist, so ist dies eine Einschränkung, welcher man beim Lesen des Werkes eigentlich widersprechen möchte. Es ist selbstverständlich, daß im Rahmen eines solchen Werkes nicht alle Einzelheiten zur Sprache kommen können, hinsichtlich der wichtigen Dinge muß das Werk aber wohl als recht vollständig bezeichnet werden.

Nach den Gruppen der einzelnen Industriezweige geordnet, bringt das Buch nach einer recht interessanten geschichtlichen Uebersicht über die allgemeine Entwicklung seit der Vorzeit in 59 Sonderdarstellungen den Werdegang der einzelnen Industriezweige, von welchen hier insbesondere in Anlehnung an die Wasserkraftnutzung die Textilindustrie, die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie in Bayern, die Holzindustrie und Papierindustrie und vor allem die chemische Industrie Bayerns mit ihrer ausgedehnten Abstützung auf die Wasserkräfte erwähnt sei. Neben Betrachtungen über die volkswirtschaftliche Bedeutung und Organisation der bayerischen Industrie interessiert uns besonders die Erörterung der volkswirtschaftlichen Bedeutung unserer Wasserkräfte und unserer Energiewirtschaftspolitik vom Verbands-Geschäftsführer Dr. Grasmann und ein Rückblick auf die Entwicklung der Wasserkraftausnutzung in Bayern von Regierungsbaurat Hübschmann. Die beiden Arbeiten zeigen das Erreichte und mögen in gewissem Sinne als programmatisch für das noch Erstrebte gelten. Ziel der Wasserwirtschaftspolitik muß, wie auch diese Ausführungen sagen, die Ausnutzung aller wirtschaftlich erschließbaren Wasserkräfte und der weitere Ausbau derselben möglichst mit einheimischem Kapital unter tunlichster Vermeidung einer Abhängigmachung vom Ausland sein.

Weiter werden 12 Lebensbeschreibungen von führenden Männern der bayerischen Industrie gegeben, darunter auch von Oskar von Miller, Otto von Steinbeis und von dem Pionier unserer elektrochemischen Großindustrie Alexander von Wacker. Ein Schlußteil des Werkes mit 260 Seiten enthält noch größtenteils recht interessante Beschreibungen einzelner bayerischer Industrieanlagen aller Gebiete. Das Werk verdient neben seinen Ausführungen von allgemeiner Bedeutung auch Beachtung als Beitrag zur Geschichte manches Zweiges der Technik. (W. 187)

Die Riksgränsbahn und ihre Elektrisierung. Druckschrift A B 67 der Siemens-Schuckertwerke. 40 Seiten mit 47 Abb.

Die Schrift erläutert an der Hand gutgewählter Bilder die auf Wasserkraft abgestützte Elektrisierung der außerordentlich schwierigen 435 km langen Strecke am nördlichen Polarkreis, welche hinsichtlich der Betriebsbedingungen (Steigungsverhältnisse und Witterung) die größten Anforderungen stellt. Bekanntlich hat dort die Elektrolokomotive ihre große Ueberlegenheit über den Dampfbetrieb erneut erwiesen. (W. 986.)

Ing. C. Reindl.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Ingenieur- und Technikerfahrt nach Oesterreich.

Das Deutsche Verkehrsbüro in Wien I, Bellariastraße 6, veranstaltet im September 1927 gemeinsam mit der gemeinnützigen Deutschösterreichischen Reisevereinigung „Nord—Süd" in Graz, Radetzkystraße 20, eine Ingenieur- und Technikerfahrt nach Oesterreich von zirka 20tägiger Dauer, bei welcher die wichtigsten österreichischen Industriewerke, die neuesten Wasserkraft- und Elektrisierungsanlagen unter fachmännischer Führung besichtigt und die schönsten Punkte Oesterreichs besucht werden. Die Reisekosten sind niedrigst gehalten; Näheres ist bei den eingangs genannten Stellen zu erhalten. (W. 178.)

Verleihungen.

Der Stadtgemeinde Buer i. W. ist durch rechtskräftigen Verleihungsbeschluß des Bezirksausschusses zu Münster vom 9. März 1927 auf Grund der §§ 46 ff. des preuß. Wassergesetzes vom 7. April 1913 das Recht verliehen worden, das Wasser des Lohmühlenbaches (im unteren Laufe auch Lanferbach genannt) mittels einer Talsperre anzustauen und in einem Staubecken von 300 m größter Breite und 594 m größter Länge mit 9,7 ha Flächeninhalt und einem Stauraum von 210 350 cbm anzusammeln zwecks Schaffung einer gemeinnützigen Erholungsstätte (Förderung des Schwimm- und Rudersports u. dgl.) sowie zum Betriebe der Fischzucht. (W. 177.)

Zugang an Mitgliedern.

(Vgl. Heft 13, Seite 188.)

97. Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen, G. m. b. H., Dortmund, Silberstraße 29.
98. Rechtsanwalt Heinrich Tebbe, Hannover-Waldhausen, Güntherstraße 1.
99. W. Siebenbrot, Geschäftsführer der Gesellschaft zur Förderung der Wasserwirtschaft im Harz, Braunschweig, Garküche 3. (W. 139.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang. | München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G. | Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 16. jeden Monats. — Bezugspreis: halbjährig RM. 8.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 15 — 1. AUGUST — 1927

Aus dem Inhalt: Die Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft. / Kleinturbinen-Anlage Nordrach. / Die Wasserwirtschaft in der Zuckerfabrik. / Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N. / Rundschau: Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Wasserkraftausbau in Oesterreich. / Wasser- und Dampfkraftausbau in Amerika. / Erschütterungen an Wasserkraftanlagen. / Zur Geschichte der beweglichen Laufradschaufeln. / Buchbesprechung. / Verbandsnachrichten.

Die Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft.

Von Stadtbaurat Dr.-Ing. Erwin Marquardt, München.

Während sich im Wasserversorgungswesen schon seit langem die von Wasserfachmännern begründete und ausgebaute Hydrologie als gesonderter Berufszweig entwickelt hat, der als Bindeglied zwischen Bautechnik und Geologie steht, haben andere Fachgebiete des Bauingenieurwesens sich erst spät geologische Erfahrungen und Erwägungen bei ihren Arbeiten zunutze gemacht. Lediglich im Eisenbahn-[1]) und Tunnelbau[2]) ließ man schon frühzeitig auch den Geologen zu Worte kommen. Infolgedessen ist auch vor dem Kriege die Zahl jener geologischen Gutachter nicht groß gewesen, die über soviel technisches Verständnis verfügten, daß sie erkannten, auf was es bei der geologischen Untersuchung ankommt und so als Berater hätten dem Bauingenieur von besonderem Nutzen sein können. Erst die mannigfachen Anwendungsmöglichkeiten geologischer Kenntnisse und Erfahrungen im Weltkriege, dann aber insbesondere die großen wasserwirtschaftlichen Bauten der Nachkriegszeit haben erwiesen, welch umfassende Bedeutung der Geologie überall dort zukommt, wo es sich um Wasser-, Untergrunds- und Gesteinsverhältnisse handelt.

Diese Entwicklung nimmt nicht weiter wunder, wenn man weiß, daß die Zeit noch nicht sehr weit zurückliegt, in der die praktische Geologie vollständig zurücktrat gegenüber der wissenschaftlichen Geologie. Erst im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts wurde die große Wichtigkeit der praktischen Geologie vollauf erkannt. Seither ist auch der Geologe — abgesehen von der Beurteilung der Nutzbarkeit der einzelnen Gesteine — nach und nach zum unentbehrlichen Berater des Wasserbauers geworden, wie auch die geologische Begutachtung auf dem Gebiete des Straßen-, Brücken- und Eisenbahnbaues, des Siedlungswesens usw. heute nahezu selbstverständlich ist. Heute sind die Beziehungen der Ingenieurgeologie zu allen Fachgebieten der Bautechnik sehr lebendige, wie auch die gegenseitige Durchdringung von Geologie und Ingenieurtechnik eine sehr mannigfache geworden ist. Ja man kann sagen, daß für einzelne Teilgebiete wie den Wasserkraftbau, den Tunnel- und Stollenbau und die Wasserversorgung die Grundlagen im wesentlichen geologische oder doch hydro-geologische sind.

Aber nicht in allen Fällen können geologische Erwägungen auf Grund allgemeiner Erfahrungen oder unmittelbarer örtlicher Untersuchungen den gewünschten Aufschluß geben über die Art und Lagerung der tieferliegenden Erdschichten, über ihre Bearbeitbarkeit, Standfestigkeit und Wasserführung, wie dies zum Beispiel — abgesehen von bergmännischen Anlagen — bei Schacht-, Brunnen- und Stollenbauten, Talsperren- und Wehranlagen notwendig ist. In vielen Fällen vermag auch der langwierige und oft kostspielige Weg der Probebohrungen, Probeschächte und -stollen, Schürfgruben usw. nicht immer — weil auf diese Weise nur punkt- oder linienförmige Feststellungen möglich sind — den erforderlichen räumlichen Aufschluß zu geben, besonders dann nicht, wenn es sich um die

[1]) Vergl. allerdings die Anlage der Brennerbahn unterhalb der Nordseite des Brenners und der Arlbergbahn bei St. Jakob in dem rutschigen und broseligen Schiefergebirge.

[2]) Vergl. die Fehlprognose der geologischen Sachverständigen beim Bau des Simplontunnels.

Digitized by Google

Aufsuchung von Tiefenwässern[3]) für die Wasserversorgung oder der für die Dichtigkeit der Staubecken und die Standsicherheit ihrer Abschlußbauwerke so wichtigen Verwerfungsspalten oder von im Untergrund eingelagerten Bodenschätzen (Erzgänge, Salzlagerstöcke) handelt. Da überdies dieses systematische Suchen nach unterirdischen Bodenschätzen viel Geld, Zeit und Mühe kostet und bei Fündigkeit ein großer Gewinn lockt, suchte man schon vor Jahrzehnten nach Mitteln[4]), der Bodenschätze mit möglichst wenig Aufwand an Kosten, Zeit und Mühe habhaft zu werden. Diese Bemühungen bestanden in Versuchen, welche ein unmittelbares Herankommen an die zu prüfenden Erdschichten erübrigten und die sich auf solche Eigenschaften der aufzusuchenden Bodenschätze aufbauen, denen eine genügend weitreichende Fernwirkung zukommt. Durch die praktische und systematische Anwendung der in der Physik bekannten und bezüglich ihrer Gesetzmäßigkeit erforschten physikalischen Eigenschaften des Untergrundes bei der geologischen und hydrologischen Erforschung tieferer Erdschichten hat die angewandte Geologie in der allerneuesten Zeit ein wertvolles und bereits vielgestaltiges Hilfsmittel gewonnen, von dem der Göttinger Physiker Dr. Richard Ambronn in einem sehr lesenswerten Buch[5]) ein bemerkenswertes und anschauliches Bild entwirft. Dieser zusammenfassende Ueberblick über die Grundlagen des neuen Forschungsgebietes, der Rückblick auf die einzelnen Teilgebiete, die Festhaltung der heute bereits gesicherten Ergebnisse und der Vorblick auf aussichtsreiche kommende Entwicklungen, ist für jeden, der sich der heute besonders großen Verantwortlichkeit ingenieurtechnischer Unternehmungen bewußt ist, von großer Wichtigkeit. Es soll deshalb vom Standpunkt des Bauingenieurs aus kurz über geophysikalische Aufschlußarbeiten berichtet werden.

Die Gesamtheit der Methoden der angewandten Geophysik läßt sich in zwei Hauptgruppen unterteilen:

a) Jene Verfahren, die sich auf physikalische Eigenschaften der geologischen Elemente des Untergrundes gründen, denen eine unmittelbare Fernwirkung zukommt. Hierher gehören insbesondere die Schwerkraft und die magnetischen Kraftfelder einerseits und die radioaktiven Strahlungen und Emanationen anderseits.

b) Jene Verfahren, bei denen die Bestandteile des Untergrundes durch ihre physikalische Eigenart die Ausbildung und räumliche Verteilung von Energieströmen, die den Boden an sich durchziehen oder künstlich in ihm erzeugt werden, mittelbar beeinflussen. Hierher gehören insbesondere die elektrischen, elektrodynamischen, geoelastischen und thermischen Untersuchungsmethoden[6]).

Eine Eigentümlichkeit ist allen physikalischen und geophysikalischen, auf Fernwirkung beruhenden Erderforschungsmethoden gemeinsam: an jedem Beobachtungspunkt wirken sämtliche Teile des Untergrundes entsprechend ihrer physikalischen Beschaffenheit und ihrer jeweiligen Entfernung von diesem Punkt zusammen. Ob es sich um Kraftwirkungen, Strahlungen oder Strömungen elektrischer, elastischer oder thermischer Energie handelt, stets ist die Verteilung der betreffenden physikalischen Wirkung längs der Erdoberfläche bzw. an zugänglichen Stellen im Erdinnern eindeutig durch die räumliche Verteilung der physikalischen Eigenschaften im Untergrund bestimmt. Jede Einlagerung mit bestimmten, dem betreffenden Stoff erfahrungsgemäß stets zukommenden physikalischen Eigenschaften muß sich auch den speziellen bekannten Gesetzen ihrer Fernwirkung entsprechend bemerkbar machen. Die Methoden der angewandten Geophysik ergeben also eine lückenlose, räumlich vollständige Kenntnis über den physikalischen Bau des Untergrundes, sie bilden — um mit Wilser[7]) zu sprechen — ein wertvolles Glied in den jungen Bestrebungen, die technische Geologie aus dem Stadium des Individuellen auf eine möglichst zahlenmäßige Grundlage zu heben. Mit Recht betont jedoch Ambronn, daß diese eindeutige Beziehung der räumlichen Verteilung der physikalischen Eigenschaften im Untergrund zu der Ausbildung des Kraft-, Strahlungs- oder Strömungsfeldes an der Erdoberfläche nicht einfach umkehrbar ist. Den gleichen Beobachtungsergebnissen an der Erdoberfläche können grundsätzlich stets verschiedene Anordnungen im Erdinnern, also verschiedene Lösungen der gestellten geologischen Aufgabe entsprechen. Die an sich vollkommen richtigen physikalischen Messungen des Geophysikers muß der Geologe auch geologisch richtig deuten. Ueber die bei Ingenieurbauten vielfach sehr wichtige Frage der Qualität des Gesteinsvorkommens vermögen allerdings die geophysikalischen Aufschlußmethoden in der Regel nichts auszusagen. In vielen Fällen kommt vielmehr die qualitative Klärung dem Geologen, die quantitative, räumlich-maßstäbliche dagegen dem Geophysiker zu.

1. Schweremessungen. Die Gravitationskonstante, mit der sich zwei Massenpunkte m_1 und m_2 aus der Entfernung r voneinander nach dem Newtonschen Gesetz anziehen, ist:

$$k = \alpha \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

wo $\alpha = 6{,}67.10^{-8}$ Dyn. m_1 und m_2 in gr und r in cm, also k in Dyn gemessen wird; sie ist von dem Material, aus dem die betreffenden Massen bestehen, unabhängig. Die Richtung der Schwerkraft steht auf der Geoidfläche senkrecht; als solche bezeichnet man eine Fläche, wie sie die Oberfläche des Meeres bildet. Wie alle Zentralkräfte, besitzt auch die Schwerkraft ein Potential. Ein solches System von Flächen, zu denen die Kraft überall senkrecht steht, bezeichnet man als Aequipotentialflächen (Niveauflächen). Je näher die Niveauflächen der Schwere beisammen liegen, um so größer ist die Schwerkraft. Für die Untersuchung der Verteilung bzw. der Störungen der Schwerkraft innerhalb größerer Gebiete bedient man sich wegen der bei den absoluten Messungen mit dem Reversionspendel verbundenen Umständlichkeiten und Schwierigkeiten der relativen Messungen, für die neben dem invariablen Pendel vor allem die mit viel größerer Genauigkeit arbeitende Drehwage verschiedener Bauart in Betracht kommt. Aus der gemessenen Form der Niveauflächen und aus der Verteilung der Schwerewerte auf diesen kann man unter Berücksichtigung der wahrscheinlichen allgemeinen Struktur des betreffenden Gebietes quantitative Schlüsse über die Lage, Form und Dichte der gesuchten Objekte (schwere Erze, leichte Salzmassen, Stufen in schwerem Grundgebirge infolge von Verwerfungen, Wechsel in der Gesteinsbeschaffenheit) ableiten, wobei man aus den errechneten Dichten nunmehr auf die Gesteinsart der vorhandenen unterirdischen Massen schließt.

Einige für den Bauingenieur besonders wichtige Anwendungen der Drehwage sind: Die Untersuchung von Gebirgsmassiven, die von Tunneln oder Stollen durchfahren werden, wobei wichtige Aufschlüsse über den zu erwartenden Gebirgsdruck gewonnen und womit die Wahl zwischen Tiefen- oder

[3]) Während Grundwasser die Wasseransammlungen in nicht zu großer Tiefe unter der Bodenoberfläche sind, versteht man unter Tiefenwasser solche Wasservorräte, die in einem oder mehreren Wasserstockwerken in größerer Tiefe auftreten.

[4]) Von der gleichfalls hierher gehörigen Wünschelrute soll hier abgesehen werden.

[5]) „Methoden der angewandten Geophysik". 84 Abb. Wissenschaftliche Forschungsberichte. Naturwissenschaftliche Reihe. Bd. XV. Dresden und Leipzig 1926. Verlag Theodor Steinkopff. Gbd. 16,50 M.

[6]) Vergl. auch die systematische Literaturübersicht: B. Gutenberg: „Neuere Veröffentlichungen über geophysikalische Aufschließungsmethoden". Internationale Bergwirtschaft 1925, Heft 3, S. 52. Verlag Hirschfeld-Leipzig.

[7]) „Geologische Voraussetzungen für Wasserkraftanlagen". Berlin 1925. Verlag von Julius Springer.

Digitized by Google

Lehnentunnel bzw. Hangstollen erleichtert werden kann[8]); die für die Lage und Bauart von Stauwerken aller Art wichtige Bestimmung des Felsprofiles von Flußtälern, das besonders in den Alpenländern bis auf größere Tiefe hinab von älteren Flußschottern überlagert ist; die Ermittlung des Sohlenprofils von Gebirgsseen von der gefrorenen Eisdecke aus (vgl. z. B. die für die Spitzenversorgung mit Wasserkraft so wichtigen Karseen der Alpenländer); die Verbreitung einer Schichtwasser führenden Sandsteinfolge, die Ausbreitung von Diluvialdecken für die Grundwasseruntersuchung nach Begrenzung und Mächtigkeit u. dgl. m. Wenn Dichteunterschiede nur in vertikaler Richtung vorliegen, z. B. bei wagerechten Schichtungen verschiedener Dichte, sind allerdings Schwerkraftuntersuchungen ergebnislos.

2. Magnetische Messungen. Die Tatsache, daß das magnetische Feld der Erde weder zeitlich noch räumlich konstant ist, verwertet die angewandte Geophysik insoferne, als die räumlichen Störungen der normalen Verteilung der magnetischen Kraft das eigentliche Objekt der magnetischen Methoden bilden, während die zeitlichen Variationen (periodische, säkulare und plötzliche) bei der Durchführung sorgfältig berücksichtigt werden, um sie aus der Gesamtheit der zu verschiedenen Zeiten angestellten einzelnen Beobachtungen durch Rechnung beseitigen zu können.

Bei den magnetischen Meßmethoden bedient man sich der physikalischen Eigenschaften des magnetischen Erdfeldes. Hier ist nicht wie bei den elektrischen Schürfungen die Leitfähigkeit oder Isolierfähigkeit der Mineralien entscheidend, sondern der Eisengehalt der Gesteine und Erze. Bei der einen Art von Instrumenten, den sog. Feldwagen, übt das magnetische Erdfeld auf Magnetstäbe, die auf der Erde irgendwie beweglich angebracht sind, eine drehende Kraft aus, magnetisiert weiches Eisen und erregt in Drahtspulen, welche gegen das Erdfeld bewegt werden, elektromotorische Kräfte. Die zweite Art von Instrumenten, die Erdinduktoren, beruht auf der Erfahrung, daß in einer in einem Magnetfeld bewegten Drahtspule eine elektromotorische Kraft erregt wird, welche der Aenderungsgeschwindigkeit der Zahl der die Spule durchschneidenden Kraftlinien des magnetischen Feldes proportional ist.

Die Verfolgung und Vermessung der lokalen Anomalien des magnetischen Erdfeldes ist sowohl für das Studium des Gebirgsbaues und die tektonischen Verhältnisse, wie auch namentlich für die Auffindung und räumliche Lagerung wirtschaftlich wertvoller Minerale und Gesteine innerhalb der sie einschließenden Gebirgsarten von großer Bedeutung. Ganz besonders sind es die in Deutschland hoch entwickelten erdmagnetischen Landesaufnahmen, die zu wertvollen Schlußfolgerungen über die Grundzüge des geologischen Baues der betreffenden Gebiete herangezogen werden können. Für die Zwecke des Bauingenieurs kommen indes magnetische Messungen kaum in Betracht, vielmehr eignen sie sich hauptsächlich zur Aufsuchung wirtschaftlich wertvoller Lagerstätten (Eisenerz, Salzstöcke und somit mittelbar auch Erdöllager, Kohlenvorkommen).

3. Radioaktive und luftelektrische Messungen. Abgesehen von dem hohen wirtschaftlichen und medizinisch-technischen Wert, den Gesteine mit besonders hohem Gehalt an radioaktiven Stoffen oder Quellen mit hohem Emanationsgehalt besitzen, lassen sich selbst verschwindend kleine Mengen radioaktiver Substanzen in nahezu allen Gesteinen, Wässern und gasförmigen Bestandteilen der Erdkruste physikalisch relativ leicht nachweisen. Man hat daher verschiedene Methoden ausgearbeitet, um aus der Art und Weise ihrer Verteilung und ihres Verhaltens in den einzelnen Gesteinsschichten usw. Schlüsse auf den geologischen Bau und die Entstehungsgeschichte der obersten Erdschichten abzuleiten. In gleicher Weise ist es möglich, beim Uebertritt der gasförmigen Umwandlungsprodukte der in den allerobersten Erdschichten vorhandenen radioaktiven Stoffe durch die Bodenatmung in die Atmosphäre und bei der damit verbundenen Beeinflussung der atmosphärischen Elektrizität durch luftelektrische Messungen Schlüsse auf die Struktur des festen Untergrundes zu ziehen.

Die wichtigste Methode zur Messung radioaktiver Stoffe ist die durch Bestimmung der durch ihre Strahlungen erregten Jonisierungen in Gasen. Die hierzu verwendeten Apparate (Elektroskope) sind, wenn es sich um feste Stoffe handelt, verschieden, je nachdem man die Proben dem Boden entnimmt oder die Aktivitäten der obersten Erdschichten an Ort und Stelle mißt, oder wenn es sich um Flüssigkeiten handelt (Ausmessung ihres Emanationsgehaltes) oder wenn der Emanationsgehalt von Gasen, z. B. der Bodenluft, bestimmt werden soll. Im letzteren Fall wird die Bodenluft mittels einer Pumpe in den Jonisationsraum eingeführt, wo sie sich mit der darin schon enthaltenen Luft mischt und diese allmählich mehr und mehr verdrängt.

Die aus dem Boden austretende Emanation wird vom Winde mit der atmosphärischen Luft vermischt und bildet eine der wichtigsten Ursachen für die stets vorhandene schwache Leitfähigkeit der Luft, wodurch sie einen wesentlichen Einfluß auf den Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre gewinnnt. Eine der wichtigsten Aufgaben der luftelektrischen Forschungen ist daher die Bestimmung des Emanationsgehaltes der atmosphärischen Luft. Da alle luftelektrischen Größen in hohem Maße von kosmischen und meteorologischen Faktoren abhängig sind, so stellen sich der Verwertung luftelektrischer Messungen zu geophysikalischen Aufschlußarbeiten große Schwierigkeiten in den Weg.

Infolge ihrer starken Absorption in den obersten Erdschichten ergeben die radioaktiven Strahlungen für direkte Meßmethoden nur eine geringe Tiefenwirkung. Man kann aber sehr geringe Spuren radioaktiver Stoffe leicht und schnell nachweisen, auch machen sie sich bei Lösung in Wässern und Gasströmungen auf weite Entfernungen hin bemerkbar.

Die Verwertung radioaktiver Messungen zur Bodenforschung ergibt für den Bauingenieur verschiedene, besonders wichtige Anwendungsmöglichkeiten: Uebergang einer Gesteinsart in eine andere, wobei sich sogar der Verlauf der Radioaktivität der Verwitterungsprodukte noch scharf unterscheiden läßt; Feststellung von Verwerfungen[9]) und ähnlichen tektonischen Störungen, sowie von alten unterirdischen Stollen durch erhebliche Erhöhung der α-Strahlung des Bodens, da an solchen Stellen eine bessere Aufstiegsmöglichkeit von Erdgasen besteht[10]); die Aufsuchung und systematische Vermessung von Quellen, insbesondere Heilquellen, auf die Radioaktivität ihrer Wässer und Quellgase; Ermittlung des unterirdischen Zusammenhangs versickernder Flußläufe (z. B. die württ. Donau

[8]) So hätte sich der murartige Einbruch im Lötschbergtunnel im Jahre 1908, der 25 Menschenleben kostete und zum Aufgeben einer mehrere Kilometer langen fertigen Tunnelstrecke zwang, bei vorheriger Untersuchung des Gebirgsstockes mit der Drehwage vermeiden lassen vgl. Wilser a. a. O. Seite 55). — Ein für den Druckstollen bemerkenswertes Gegenstück hierzu bildet die mit viel Sorgfalt und auf Grund eingehender geologischer Voruntersuchungen ausgesuchte Linienführung der Catskillwasserleitung für Neuyork, insbesondere deren 922 m langer Düker unter dem Hudson-River, mit dem man durch eine gestaffelte Gestaltung des Längenschnittes dem das Flußbett unterlagernden Eiszeitschotter auswich und den Stollen von 4,27 m i. L. durch den tieferliegenden Granitfels führte, um dem Innenwasserdruck einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen.

[9]) Vergl. den bemerkenswerten Bericht von Link und Schober in „Das Gas- und Wasserfach" vom 20. 3. 1926 über die auf Grund radioaktiver Messungen festgestellten acht Verwerfungen im Staugebiet einer für die Wasserversorgung der Stadt Stuttgart geplanten Talsperre im Schwarzwald.

[10]) Auch die Wünschelrute zeigt an solchen Stellen Ausschläge.

Digitized by Google

bei Möhringen und Fridingen, der Hachinger Bach bei München oder der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Oder und Sieber) mit an anderen Stellen auftretenden Quellen durch Versetzung der Sickerwässer mit radioaktiven Stoffen und elektrometrische Prüfung der Quellwässer auf das Auftreten dieser Beimengungen; hydrologische Untersuchungen verkarsteter Gebiete.

4. Elektrische Erderforschungsmethoden. Wesentlich für die Anwendbarkeit dieser Schürfungen sind die Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit der Lagerstättenminerale und ihrer Nebengesteine. Diese schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen[11]). Die überwiegende Mehrzahl der Mineralien ist schlechtleitend; bei ihnen hängt die Leitfähigkeit nicht nur von der Grundsubstanz, sondern in erheblichem Maße von ihrem Feuchtigkeitsgehalt und von den in dieser Bergfeuchtigkeit gelösten Stoffen (Salzen) ab. Bei der elektrischen Bodenuntersuchung ist aus der räumlichen Verteilung von Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante im Untergrund dessen geologische Struktur zu erschließen. Dabei wird die Form der Stromlinien vorzugsweise durch die räumliche Verteilung der Leitfähigkeit im Boden bestimmt. Die Feststellung der Stromverteilung im Boden erfolgt entweder durch Bestimmung der Spannungsdifferenz von genügend vielen Punkten gegen einen Normalwert und Ermittlung der Niveauflächen bzw. -linien (Flächen gleicher Spannung) oder durch Vermessung des elektromagnetischen Feldes der Bodenströme oder durch eine zweckmäßige Kombination der beiden Grundmethoden.

Zur Feststellung besonders gut oder besonders schlecht leitender Einlagerungen im Untergrund benützt man künstlich im Erdboden durch eine Gleich- bzw. Wechselstromquelle[12]) erzeugten elektrischen Strom, dessen Zuführung in den Boden durch verschiedene Feldelektrodensysteme (Erdspieß, Metallplatten oder -seile) erfolgt. Wie bei den natürlichen Spannungsfeldern geschieht auch bei den künstlich erregten die Ausmessung der Aequipotentiallinien durch Verschieben der einen Elektrode (Sonde) bis sie die gleiche Spannung wie die erste, festgehaltene Elektrode aufweist (Stromlosigkeit des zwischen beiden Elektroden befindlichen Galvanometers). Zur Erderforschung wird Wechselstrom bevorzugt, da man dann durch Einschalten eines Telephones mit Kathodenröhrenverstärker noch sehr schwache Ströme nachweisen kann.

Durch das Einschalten eines regelbaren Widerstandes zwischen zwei Sonden lassen sich nur lineare Gebilde, wie der Wasserdurchfluß zwischen zwei Punkten, untersuchen. Ein hierher gehöriger und für den Bauingenieur sehr wichtiger Anwendungsfall reiner Widerstandsmessungen ist die Untersuchung des Gebirges bei Zementinjektionen, wie sie u. a. bei der künstlichen Dichtung der Gründungssohlen von Talsperren oder bei der Verfestigung und Sicherung von Wasserschlössern, bei Schacht- und Stollenbauten beim sog. Zementierverfahren unter großem Wasserandrang vorkommen. Der Arbeitsvorgang ist hierbei etwa folgender: Wenn beim Abteufen des Schachtes durch eine stark wasserführende Schicht der Wasserandrang die Weiterarbeit behindert, so dichtet man zunächst die Schachtsohle durch einen Zementpfropfen ab. Dann werden auf einem oder zwei konzentrischen Kreisen außerhalb der Schachtscheibe bis zu 12 m tiefe Löcher schräg nach unten gebohrt und in jedes dieser Bohrlöcher kommt ein absperrbarer Rohrstutzen, durch welchen je nach dem Zweck der Sicherung zuerst Preßwasser zu Spülzwecken gedrückt und dann Zementmilch 1:10 bis 1:20 eingepreßt wird. Zur Feststellung des Gesteinsspalten beobachtet man die beim Bohren der Löcher austretenden Wassermengen; wenn eine Spalte angebohrt wird, so steigt die Wassermenge plötzlich. In das elektrisch zu prüfende Bohrloch wird schrittweise eine Sonde mit isolierter Zuführung eingeführt und der elektrische Widerstand zwischen Sonde und Schachtwand oder einer in einem anderen Bohrloch angebrachten Gegenelektrode, die u. U. gleichfalls vorgeschoben werden kann, wird beobachtet. Im Bereich von wasserführenden Klüften treten merkliche Widerstandsänderungen der Sonden auf. Dabei läßt sich in der Zunahme der jeweils gemessenen Widerstandswerte infolge Erhärtens des eingepreßten Zementes der Abdichtungsfortschritt im Gebirge während der Injektionsarbeiten leicht beobachten.

Als weitere Anwendungsmöglichkeit von Widerstandsmessungen kommt vielleicht später einmal die Cleverdonsche Methode zur Messung der Wassergeschwindigkeit in Betracht. Gestützt auf die Beobachtung, daß der elektrische Widerstand zwischen zwei in Wasser aufgehängten Elektroden von der Gechwindigkeit abhängig ist, mit der sich das Wasser bewegt, hat W. S. Cleverdon eine elektrische Methode für die Messung von Wassermengen bei kleinen Geschwindigkeiten entwickelt, zu deren technischem Ausbau im „Imperial College of South-Kensington" vor einiger Zeit Versuche durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten jedoch, daß, wenn auch unter gewissen Bedingungen (z. B. Röhrenform der Kathoden) der Widerstand einer in Wasser aufgehängten Kathode von der Fließgeschwindigkeit des Wassers abhängig ist, dieses Verhältnis von Fall zu Fall so verschieden war, daß die Widerstandsänderung nicht als Maß für die Geschwindigkeit des Wassers angenommen werden konnte. Bevor also die Methode Aussicht auf Erfolg haben kann, ist es nötig, daß die physikalisch-chemischen Grundlagen dieser Widerstandsänderung erkannt werden.

Die Vermessung der Verteilung von Wechselstrom im Untergrund erfolgt — wie erwähnt — mittels Telephon, während man als Sondenelektroden einfache Eisenstäbe verwendet. Durch Versetzen der einen Sonde sucht man die Aequipotentiallinien solange, bis man im Telephon kein Geräusch vernimmt, d. h. bis der die Sonden verbindende Draht stromlos ist. Durch die Ausmessung der Potentialverteilung wird jedoch nur die Stromverteilung in der obersten Haut des Bodens bestimmt. Will man Aufschluß über tiefere Einlagerungen im Boden erhalten, so muß man daneben zur Ausmessung des magnetischen Feldes der Bodenströme schreiten.

Während aber bei den bisher besprochenen Bodenforschungsmethoden der elektrische Strom an leitende Materialien gebunden ist, können sich bei den elektrodynamischen Methoden die elektromagnetischen Wellen, wie sie auch bei der drahtlosen Telegraphie und Telephonie nutzbar gemacht werden, nur in den Nichtleitern ausbreiten, während sie in Leiter des elektrischen Stromes (wasserführende Schichten, einzelne Erzlagerstätten) nicht weiter eindringen können. Demgemäß wurden für die praktische Anwendung der elektrodynamischen Methoden zahlreiche Vorschläge ausgearbeitet[13]). So bietet die Untersuchung der Wellenform an leitenden Schichten reflektierter elektrischer Wellen die Möglichkeit, aus der Art der Reflexion an Grundwasserschichten in wüstenhaften Gebieten ein Urteil über ihre Tiefe und ihren Salzgehalt zu gewinnen, was für die wirtschaftliche Verwertbarkeit solcher Grundwasservorräte von entscheidender Bedeutung ist. (W. 938.) (Fortsetzung folgt.)

[11]) Eine Zusammenstellung der Leitwerte der wichtigsten Gesteine, Erze und Nichterze gibt auch Dr. Krahmann: „Zur Entwicklung der praktischen Geophysik". „Internationale Bergwirtschaft". 1. Jahrgang 1925/26, Heft 7/8, Seite 214.

[12]) Z. B. eine an einem Kraftwagen angebrachte Dynamo, die mit Kardanwelle der Kraftwagenmaschine vorgeschaltet wird.

[13]) Ueber den gleichfalls hierher gehörigen Radio-Emanator von Pastor vergl. „Deutsche Allgemeine Zeitung" vom 14. 9. 1924.

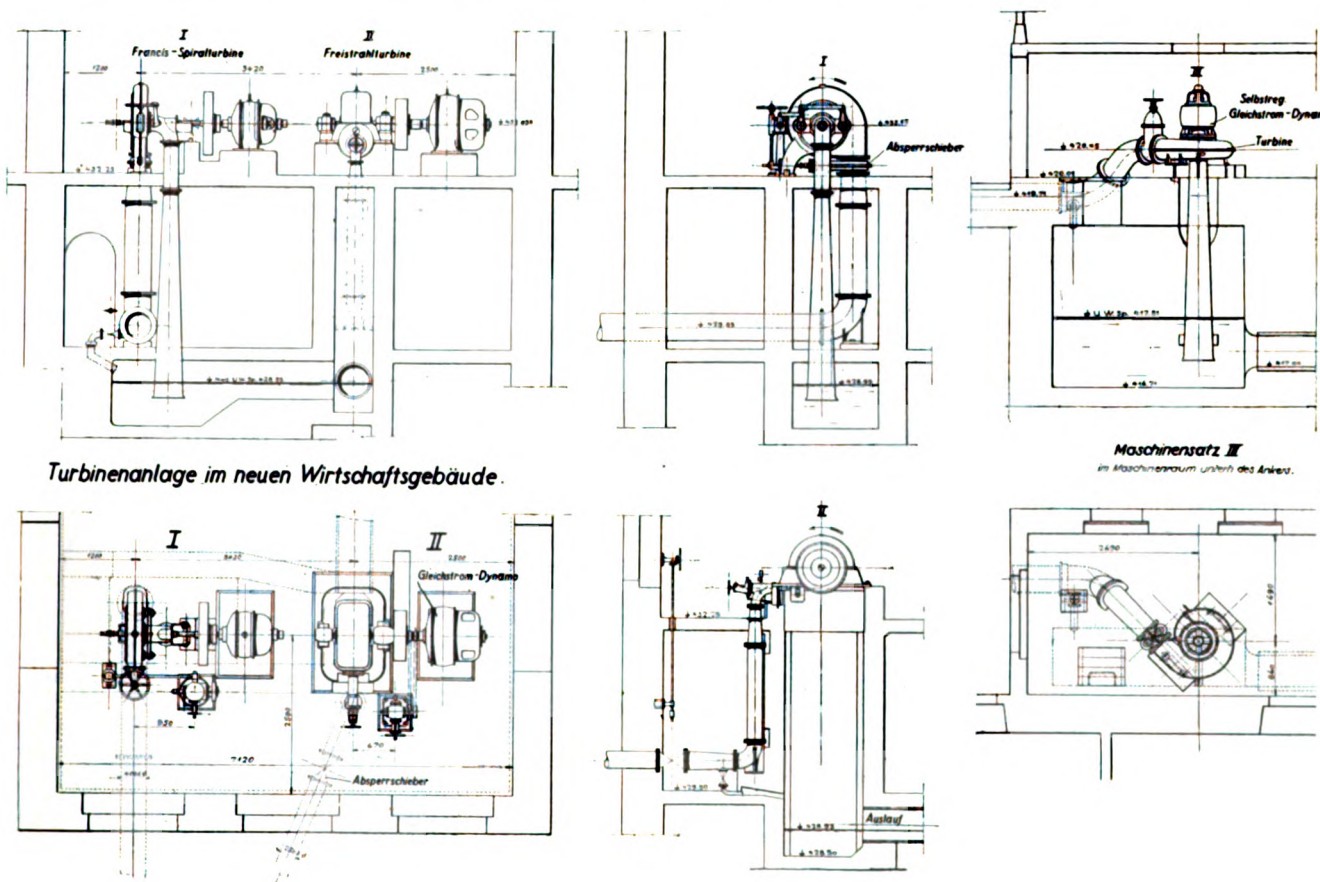
Digitized by Google

Kleinturbinenanlage Nordrach.

Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe i. B.

Nicht durch erhebliche Leistungsfähigkeit, jedoch durch eine gewisse Mannigfaltigkeit der verwendeten Maschinen zeichnet sich die von der Landesversicherungsanstalt Baden in ihrer neuerbauten Heilstätte Nordrach-Kolonie bei Biberach/Zell in Baden erstellte Turbinenanlage aus, die aus drei Kleinturbinen besteht (Abb. 1) und für die Versorgung der neuen Lungenheilstätte mit Gleichstrom von insgesamt rund 130 kW dient. Die Anstalt verfügt über das Ausnützungsrecht an einer Reihe kleiner Wasserläufe, die aus den umgebenden wald- und moosreichen Bergen kommend verhältnismäßig ergiebig und gleichmäßig sind.

Die erste der vorhandenen drei Kleinturbinen, die zusammen mit Turbine II in einem geräumigen Maschinensaal neben einer Hochdruck-Dampfkesselanlage für Heizungs- und Wirtschaftsbetrieb untergebracht ist, ist eine aus verschiedenen Quellbächen durch eine gußeiserne Muffenrohrleitung



Turbinenanlage im neuen Wirtschaftsgebäude.

Abb. 1. Kleinturbinen I—III der Anlage Nordrach.

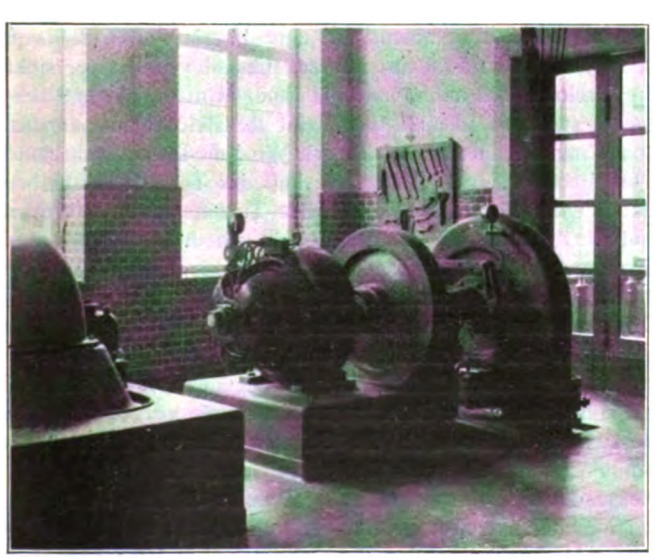


Abb. 2. 33-PS-Spiralturbine Nr. I.

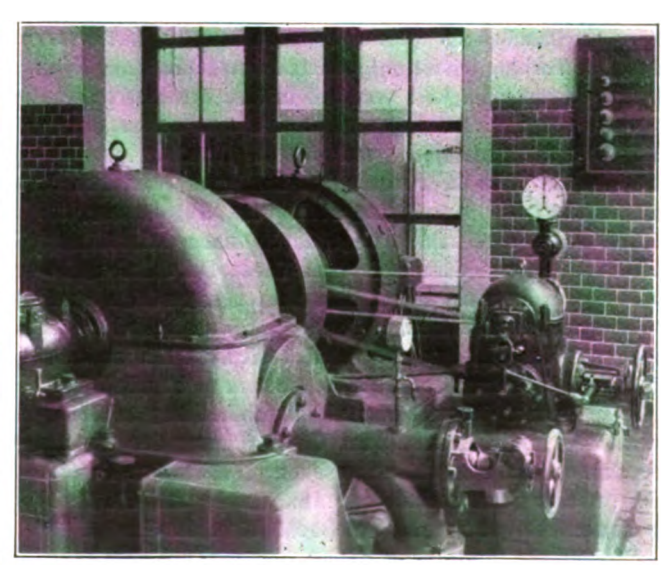


Abb. 3. 67-PS-Freistrahlturbine Nr. II.

Digitized by Google

von 400 mm l. W. gespeiste Francis-Spiralturbine mit wagrechter Welle (Abb. 2), die unter einem Nutzgefälle von 24 m bei einem Wasserverbrauch von 0,13 m³/sec rund 33 PS leistet und mit 750 Umdr/Min. eine unmittelbar gekuppelte Gleichstrommaschine von 20 kW Leistung antreibt. Die Regelung auf gleichbleibende Drehzahl besorgt ein Oeldruckregler, dessen Pendel und Pumpe durch einen gemeinsamen Riemen angetrieben werden. Zur Unterstützung des Reglers

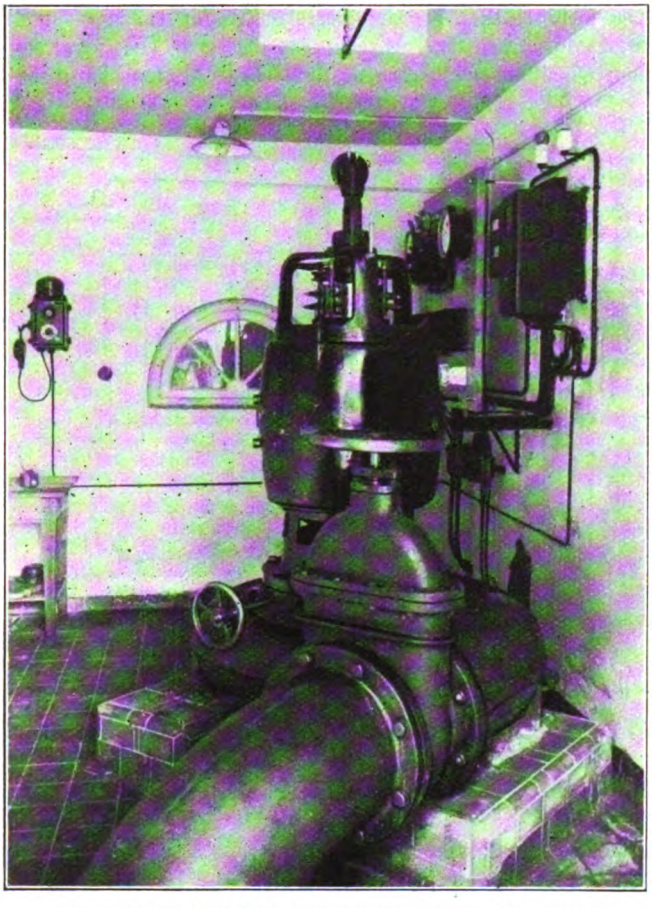


Abb. 4. 18,5-PS-Spiralturbine Nr. III mit Gleichspannungsdynamo.

ist im Hinblick auf die verhältnismäßig lange Rohrleitung ein mit einer nachgiebigen Kupplung zusammengebautes Schwungrad vorhanden.

Turbine II (Abb. 3) ist eine aus zwei anderen, höher gefaßten Quellbächen gespeiste Freistrahlturbine mit einer Düse. Die Turbine leistet unter einem Nutzgefälle von 100 m bei einer Schluckfähigkeit von 0,06 m³/sec etwa 67 PS und treibt mit 600 Umdr/Min. eine gleichfalls unmittelbar gekuppelte Gleichstrommaschine von 40 kW Leistung an. Die Nadeldüse der Turbine wird dem vorhandenen Wasserzulauf entsprechend von Hand eingestellt, die Regulierung auf gleichbleibende Drehzahl erfolgt durch einen selbsttätigen Oeldruckregler und Strahlablenker. Diese Durchflußregulierung, bei der der nicht zur Leistungserzeugung nötige Anteil der Aufschlagswassermenge über den Strahlablenker unmittelbar in das Unterwasser geleitet wird, ist hier zulässig, weil eine Speicherung des Betriebswassers nicht möglich ist. Da die 250 mm weite gußeiserne Muffenrohrleitung auch verhältnismäßig lang ist, wurde zur Unterstützung des Reglers wiederum ein Schwungrad vorgesehen. Die Turbine I und II gießen in eine gemeinschaftliche Ablaufgrube aus, die durch eine Zementrohrleitung mit dem Bachbett verbunden ist.

Die räumliche Anordnung dieser beiden Turbinen ist so gewählt, daß im Bedarfsfall im gleichen Raum noch eine aus den vorhandenen Kesseln gespeiste Dampfmaschine von etwa 60 PS Leistung aufgestellt werden kann, die über eine im Keller zu verlegende Zwischentransmissionswelle die beiden Turbinendynamos mittels Riemen antreiben soll. Vorläufig dient zur Unterstützung der Wasserkraftanlagen eine Akkumulatorenbatterie von 756 Ah-Kapazität.

In etwa 200 m Entfernung von der erstgenannten Maschinenanlage besitzt die Anstalt eine neuerrichtete weitere kleine Wasserkraftanlage, in welcher das im oberen Werk verarbeitete Wasser mit etwa 10 bis 11 m Gefälle nochmals ausgenützt wird. Da die Maschine III nicht unmittelbar unter Aufsicht steht, ist hierfür eine selbstregelnde Maschine gewählt, bestehend aus einer Klein-Spiralturbine mit senkrechter Welle (Abb. 4), gebaut für ein Nutzgefälle von 10,0 m und eine Schluckfähigkeit von 0,18 m³/sec, entsprechend 18,5 PS. Das Francis-Laufrad dieser Turbine sitzt unmittelbar auf dem unteren Wellenende einer auf das Turbinengehäuse selbst aufgesetzten Gleichstrommaschine für gleichbleibende Spannung bei veränderlicher Drehzahl und Belastung (Abb. 5). Die Regelung dieses Maschinensatzes erfolgt dementsprechend

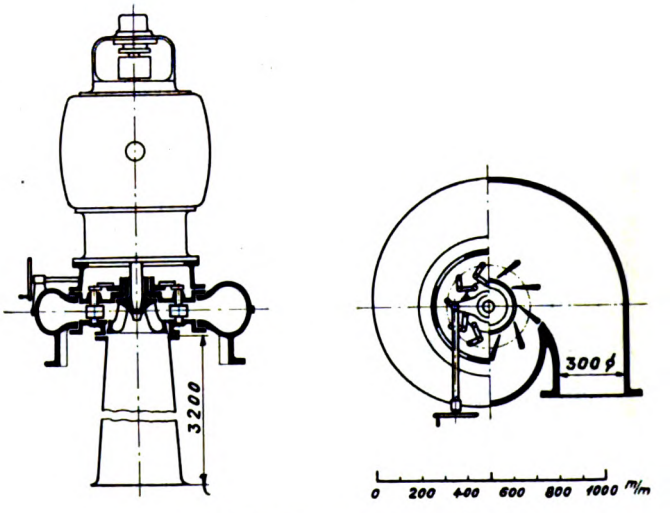


Abb. 5. Schnitte durch Turbine Nr. III.

nicht etwa durch einen selbsttätigen Geschwindigkeitsregler sondern es wird der Leitapparat der Turbine von Hand auf eine der jeweiligen Zuflußmenge entsprechende Leitschaufelöffnung eingestellt und die Maschine sodann sich selbst überlassen. Unbelastet nimmt sie eine Leerlauf-Drehzahl von etwa 1800 Umdr/Min. an; mit zunehmender Belastung sinkt die Drehzahl bis auf etwa 1000 Umdr/Min. Bei allen Drehzahlen zwischen 1800 bis 1000 bleibt die Gleichstromspannung ohne Eingriff nahezu unverändert. Wird die Dynamomaschine über die jeweilige Leistungsfähigkeit der Turbine hinaus belastet, dann sinkt die Drehzahl der Turbine unter 1000/Min. und die Ueberlastung macht sich in einem Nachlassen der Spannung und einem Dunklerbrennen der Glühlampen bemerkbar. Die Spannung beträgt im Leerlauf bei höchster Drehzahl etwa 118 Volt, mit zunehmender Belastung dagegen erhöht sie sich selbsttätig so weit, daß der Spannungsabfall in der abgehenden Kabelleitung ausgeglichen wird. Bei den mit Hilfe künstlicher Belastungswiderstände vorgenommenen Versuchen erwies sich die Selbstregulierung dieses Maschinensatzes als vollständig befriedigend. Bei gleichbleibender Belastung von beispielsweise 36 Ampere nimmt mit allmählich weiter geöffnetem Leitapparat und sich steigender Drehzahl die Spannung stetig von etwa 129 auf 125 Volt

Digitized by Google

ab. Die Eigenregelung der Dynamomaschine auf fast gleichbleibende Spannung bei plötzlicher Entlastung oder Belastung erfolgt so rasch, daß der hierbei auftretende Spannungssprung in Bruchteilen einer Sekunde zum Abklingen kommt. Da auch bei der Ausbildung der Lagerung der Maschine (Kugelspurlager) auf das Fehlen einer dauernden Wartung Rücksicht genommen ist, eignet sich ein derartiger selbstregelnder Maschinensatz besonders für Fälle, wie den vorliegenden, wo der Maschinenraum von dem eigentlichen Betrieb getrennt nur in größeren Zeitabständen zur gelegentlichen Nachschau oder zur Turbineneinstellung betreten wird.

Die im vorstehenden geschilderte Kleinturbinenanlage erfüllt ihren Zweck in vollständig zufriedenstellender Weise.

(W. 973.)

Die Wasserwirtschaft in der Zuckerfabrik.

Von Max Grevemeyer, Beratender Ingenieur,
Berlin-Charlottenburg.

Zu den wichtigsten Einzelheiten einer Zuckerfabrik gehört eine zweckmäßig eingerichtete Wasserwirtschaft. Sie beeinflußt die Herstellungskosten des Zuckers so wesentlich, daß man stets bei der Errichtung einer Zuckerfabrik die Wasserfrage, insbesondere den Frischwasservorrat, eingehend prüfen soll, ehe man eine endgültige Entscheidung trifft.

Die für die Wasserwirtschaft der Zuckerfabrik notwendigen Wassermengen betragen bei einmaliger Benutzung 1500 bis 1900% des Rübengewichts, wovon 1000 bis 1200% Schmutzwässer und 500 bis 700% reine, etwas ammoniakhaltige Wässer sind. Es wird jedoch die Aufgabe einer ökonomischen Wasserwirtschaft sein, die Menge des Frischwassers zu verkleinern, um somit auch die Abwassermenge zu verringern. Die einfachste, aber auch verschwenderischste Wasserwirtschaft wäre natürlich die, an jeder Station Frischwasser zu verwenden. Sie ist nur dann möglich, wenn diese einmal gebrauchten Wässer ohne weitere Nachteile beseitigt werden können. Leider kann sich eine so verschwenderische Wasserwirtschaft keine Zuckerfabrik leisten. Fast jede Zuckerfabrik muß deshalb bestrebt sein, die Wassermenge wiederholt zu verwenden, um eine geringe Abwassermenge zu erhalten. Wenn überhaupt keine Abwasser entstehen, würde das eine vollkommene Wasserwirtschaft bedeuten, die heute noch von keiner Zuckerfabrik erreicht worden ist. Auf einigen kleineren Fabriken gelingt es allerdings, die anfallenden Abwässer restlos in vorhandenen Teichen zur Wiederbenutzung aufzusammeln. Eine Ableitung wird so überhaupt vermieden.

Der größte Teil des Wassers wird zum Waschen und Schwemmen der Rüben gebraucht und eine weitere, größere Menge zu Kühlzwecken. Es ist allgemein üblich, daß diese noch zu Wasch- und Schwemmzwecken verwendet werden und als Schmutzwasser die Fabrik verlassen.

Die Rüben werden von dem Landwirt zu der Fabrik angeliefert, mit Hilfe einer beweglichen Vorrichtung mit Wasser abgespült und dann entweder direkt in die Fabrik oder in Lagersilos geschwemmt. In der Mitte des Lagerraumes wird diese Schwemmrinne angeordnet und die schräg anfallenden Böden gestatten mit geringer Arbeitskraft, die Rüben in die Rinne zu ziehen. Das Wasser befördert nun diese Rüben durch die Rinne zunächst in die Wäsche und von dieser werden sie, vom Wasser befreit, den Schneidemaschinen und die geschnittenen Rüben (Schnitzel) alsdann den Apparaten zur Gewinnung des Zuckers zugeführt. Das so entstandene Abwasser enthält in der Hauptsache Bodenteilchen, Rübenblätter und Schwänze. In der Fabrik sind schon Einrichtungen vorhanden, die zunächst die Steine zurückhalten, jedoch wird dieses Abwasser noch über Blatt- und Schwanzfänger geführt, um so das Wasser von allen schwimmenden Stoffen zu befreien.

Die Reinigung des Wassers von den mitgeführten Bodenteilchen erfolgt meistens in Schlammteichen oder Absitzbecken, wobei die schnellste Trennung aller Stoffe vom Wasser die beste Abwasserreinigung bedeutet, sowohl für die Wiederverwendung des Wassers, als auch für seine Ableitung in den Wasserlauf.

Ein sehr großer Prozentsatz des Wassers wird zur Abkühlung der beim Kochen des Zuckersaftes entstehenden Brüden gebraucht. Dieses Kondensationswasser ist nur wenig verunreinigt und wird nach Abkühlung meist unbedenklich in den Betrieb zurückgenommen. Der im Wasser enthaltene Ammoniak geht durch den Kühlvorgang wesentlich zurück. In sehr vielen Fabriken ist es üblich, daß dieses Wasser zum Waschen und Schwemmen der Rüben verwendet wird, zumal das warme Wasser eine besser reinigende Wirkung, besonders auf gefrorene Rüben, hat.

Zur Abkühlung des Wassers werden in der Zuckerindustrie Kühlteiche und Gradierwerke verwendet. Kühltürme haben sich nicht eingeführt, weil die Fabriken nur zwei bis drei Monate arbeiten und die aufgewendeten Kosten zu groß sind und vor allen Dingen die Haltbarkeit durch die geringe Benutzung in Frage gestellt ist.

Das zur Fabrikation, d. h. Gewinnung des Zuckers aus den Schnitzeln gebrauchte Wasser besteht meist aus reinstem Frischwasser und wird den geschnittenen Rüben zugesetzt. Dieses Wasser muß von besonders guter Beschaffenheit sein, da es den Zuckersaft beeinflußt. Der hohe Gehalt an Chlor und Magnesium verringern die Ausbeute des Zuckers aus den Schnitzeln, daher stammen die bekannten Klagen über die Härte in den Wasserläufen. Sehr viele Fabriken mußten deshalb dazu übergehen, statt des Flußwassers kostspieliges Brunnenwasser zu verwenden, das derartige Schädigungen ausschaltet.

Das Abwasser aus der Fabrikation enthält große Mengen an organischen Stoffen, die sehr leicht in Fäulnis übergehen. Hierzu kommt noch das in den ausgelaugten Schnitzeln (entzuckerten) vorhandene Wasser, das noch sehr oft ausgepreßt wird. In letzter Zeit ist deshalb diesem Wasser (Diffusions-Preßwasser genannt) besonderes Interesse zugewendet und eine getrennte Ableitung mit sorgfältiger Reinigung angestrebt worden. Eine Rücknahme dieses Wassers in den Betrieb läßt sich nur mit Schädigung der Apparatur durchführen, so daß sie nicht allgemein empfohlen werden kann. Die Reinigung ist durch Ausgärung, Ausfaulung oder Verrieselung möglich.

Außer den vorgenannten Abwässern entstehen noch in geringen Mengen die Reinigungswässer, die Wässer aus Gas- und Tücherwäsche u. a., die mit dem Schmutzwasser abgeleitet werden.

(W. 981.)

Digitized by Google

Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N.

Von Baurat a. D. A. Baumann.

(Fortsetzung aus H. 14, S. 196.)

Um die unbedingte Sicherheit zu haben, daß auch bei einem möglichen Versagen der Betätigung des Regulierschützes vom Krafthause aus, der Kanal nicht überflutet wird, ist direkt hinter dem Schütz ein in das Unterwasser des Wehres entwässernder Ueberlauf von 14 m Länge angeordnet, dessen Oberkante etwas höher liegt, als der höchste Betriebswasserspiegel im Kanal, und der in der Lage ist, das bei ganz geöffnetem Schütz bei gefülltem Becken in den Kanal hineinflutende Ueberwasser vollständig abzuleiten.

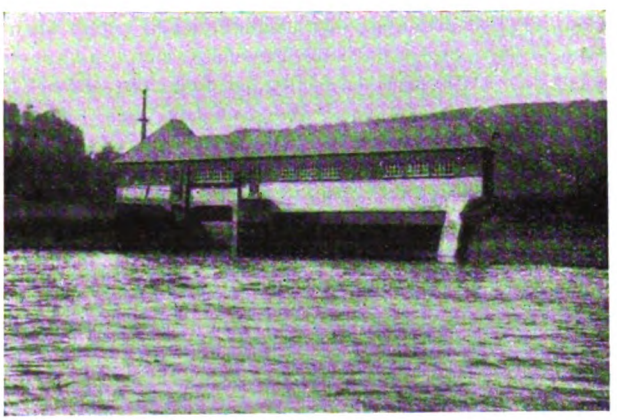


Abb. 4. Itterwerk. Ansicht der Hochwasserentlastungs-Anlage und des Kanaleinlaufs von der Wasserseite.

Alle drei Schützen können durch Hand oder durch Motorenantrieb bewegt werden. Sämtliche drei nebeneinander liegende Oeffnungen sind durch einen Bedienungssteg aus Eisenbeton überbaut, auf welchem die Windwerke aufgestellt sind. Zum Schutze der Windwerke gegen Witterungseinflüsse ist die ganze Anlage überdacht, wodurch sich ein sehr gefälliges Bild in der Landschaft ergab (Abb. 4).

Der insgesamt 2800 m lange Oberwasserkanal ist als Hangkanal in teils flachem, teils recht steilem Gelände ausgeführt. Die Wahl fiel auf einen Hangkanal an Stelle einer ebenfalls in Erwägung gezogenen Rohrleitung aus Eisenbeton, weil derselbe erheblich billiger war und erheblich weniger Zement und Eisen erforderte als das Eisenbetonrohr. Ueberhaupt wurden manche Ausführungen in damaliger Zeit, wo insbesondere die Beschaffung von einwandfreiem Zement noch seine Schwierigkeiten hatte, durch diesen Baustoffmangel entscheidend beeinflußt. Es kamen im allgemeinen zwei verschieden große Kanalprofile zur Anwendung, die in ihrer Ausgestaltung allerdings je nach Gelände wechselten: ein Profil für ein Gefälle von 1 : 2000 mit 3.75 qm Nutzquerschnitt bei einer Sohlenbreite von 1 m, einer Wassertiefe von 1.50 m und einfüßigen Böschungen und ein Profil für ein Gefälle von 1 : 4000 mit 4.90 qm Nutzquerschnitt bei 1.75 m Sohlenbreite, 1.50 m Wassertiefe und ebenfalls einfüßigen Böschungen. Da die höchste Betriebswassermenge zu 4.4 cbm/sek. angenommen war, so beträgt die rechnungsmäßige mittlere Geschwindigkeit bei den beiden Profilen rund 1.2 bzw. 0,94 m/sek. Das größere Profil mit dem Sohlengefälle 1 : 4000 wurde im flachen Gelände, wo der Hangkanal keine Schwierigkeiten machte, angewandt, während das kleinere Profil mit dem Sohlengefälle 1 : 2000 am steilen Hang Verwendung fand. Infolge der großen Länge des Kanals erschien ein Spitzenbecken zur Aufnahme von plötzlich eintretenden Ent- und Belastungen der Turbinen in der Nähe des Wasserschlosses ratsam. Da dies aber ganz unverhältnismäßige Kosten verursacht hätte, wurde, um einen gewissen verfügbaren Wasservorrat in der Nähe des Wasserschlosses zu schaffen, die Kanalsohle auf die letzten 1000 m vor dem Wasserschloß in ein Gefälle von 1 : 1000 gelegt, während die obere Begrenzung der Betonschale und die Dämme horizontal weiter geführt wurden unter Beibehaltung der einfüßigen Böschungen. Um den durch diese Maßnahmen erzielten Wasservorrat als Spitzenbecken auszunützen, ist eine Absenkung des Oberwassers im Wasserschloß um 0.50 m vorgesehen. Es steht hierdurch eine Reserve von rund 4000 cbm Wasser in unmittelbarer Nähe der Turbinen zur Verfügung. Der Böschungs- und Sohlenschutz des Kanals besteht bei den geböschten Profilen aus einem 15 cm starken Gestück aus Sandsteinfindlingen, das wie ein Straßengestück sorgfältig gesetzt wurde. Ueber dasselbe wurde ein Drahtnetz von 3 mm Maschendrahtstärke und 10 cm Maschenweite ausgespannt und mit Rundeisenhaken in je 3 m Entfernung in den Profilbruchpunkten festgenagelt. Das Gestück und das Drahtnetz reicht bis 20 cm über die Wasserspiegellage. Darauf wurde eine über den Steinköpfen des Gestücks mindestens 5 cm starke Feinbetonschicht 1 : 6 in stark flüssigem Zustand aufgetragen, sämtliche Zwischenräume im Gestück satt mit dem Feinbeton ausgefüllt und der Beton mit der Scheibe abgerieben. Die Herstellung geschah in 5 m langen Zonen; und zwar wurden zuerst die Seitenwände, immer unter Auslassen einer Zone, betoniert.

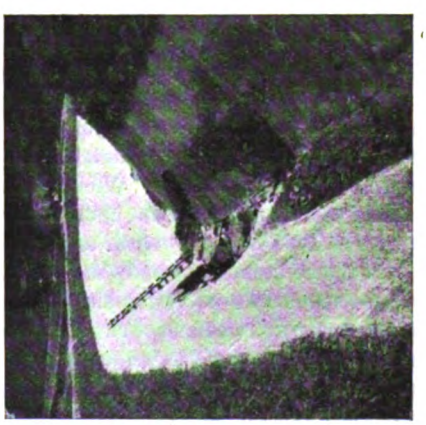


Abb. 5. Itterwerk. Einbrüche im Oberwasserkanal nach der ersten Füllung.

Nach zwei bis drei Tagen wurden die ausgelassenen Zonen der Seitenwände betoniert und sodann die Böden der Zonen in derselben Reihenfolge. Außer den Böschungsprofilen wurden längere Strecken, wo es das Gelände bedingte, als einseitig oder zweiseitig von Mauern begrenzte, offene Profile hergestellt.

Der Hangkanal ist im Deckgebirge des unteren und mittleren Buntsandstein eingebettet, das zum größten Teil lehmige Bestandteile zeigt. An zwei Stellen und zwar da, wo der Kanal überwölbt ist, und wo das Gelände die Hangneigung 1 : 1 erreicht und etwa 800 m vor dem Wasserschloß — wurde der anstehende Fels angeschnitten. Es zeigte sich, wie dies bei anstehendem Sandstein meist

Digitized by Google

der Fall ist, stark zerklüftet und zwar auch mit teilweise offenen, nicht durch Verwitterungslehm ausgefüllten Klüften. Alle Klüfte wurden, wo sie nur irgend erreichbar waren, sorgfältig gereinigt und ausbetoniert. In der letzten Strecke vor dem Wasserschloß, auf welcher auch an einer Stelle der Fels angefahren wurde, lag, wie sich später zeigte, die Sohle an einigen Stellen nur ganz wenig über der Felslinie, ohne daß dieselbe angefahren wurde. Infolgedessen trat an verschiedenen Stellen dieser unteren Kanalstrecke bei den ersten Probefüllungen des Kanals unter dem Wasserdruck ein Bruch der Sohle ein und es bildeten sich Löcher, in welchen das Wasser des Kanals ablief und etwa 30 m tiefer Einbruchstellen, daß der etwa 40 bis 50 cm unter der Kanalsofort abgesperrt worden war, zeigte eine Untersuchung der Einbruchstellen, daß der etwa 40 bis 50 cm unter den Kanalsohle anstehende Fels Klüfte aufwies, in welchen zwei Mann bequem Platz hatten. Offenbar war durch den noch nicht eingeschlämmten Beton der Auskleidung Wasser durchgesickert, hatte den die Klüfte lose überdeckenden lehmigen Sandboden ausgewaschen, so einen Hohlraum direkt unter der Kanalsohle schaffend, dem diese unter dem Wasserdruck selbstredend nicht widerstehen konnte (s. Abb. 5). Eine eingehende Untersuchung ergab, daß die Gefahrzone, in welcher diese Einbrüche möglich waren, sich auf die etwa 700 letzten Meter vor dem Wasserschloß erstreckte. Es wurde daher, um ganz sicher zu sein, daß kein Einbruch mehr stattfinden könne, diese Strecke mit einer Eisenbetonschale ausgekleidet.

Das Wasserschloß ist auf dem Fels des unteren Buntsandsteins gegründet, dessen Klüfte sorgfältig geschlossen wurden. Es besteht aus einem offenen Becken aus Beton, das mit Stützmauerprofilen eingefaßt ist, und an welchen sich die Absperrvorrichtungen, die Entlastungseinrichtungen, sowie der Druckrohreinlauf mit Feinrechen befinden. Außer einem Ueberfall von 5.50 m Länge ist noch ein Heber von 4 cbm/sek. Leistungsfähigkeit vorgesehen. Durch diese Einrichtungen kann bei stillstehenden Turbinen die Betriebswassermenge von 4.4 cbm/sek. (das ist auch gleichzeitig die größte Wassermenge, die im Kanal vorhanden sein kann, da das Mehrwasser mittelst des Ueberlaufs am Einlauf abgeführt wird) unschädlich durch den Leerlauf in die Itter abgeführt werden. Hierdurch ist die Möglichkeit berücksichtigt, daß die Betätigung des Regulierschutzes am Einlauf einmal versagen könnte. Der Leerschuß ist als glatte Rinne ausgeführt, welche in ein Tosbecken mündet. Die Walzenbildung in demselben wurde durch Einbau einer Beyerhausschen Schwelle sichergestellt. Die zur restlosen Vernichtung der Energie der herunterstürzenden Wassermassen notwendige Größe des Tosbeckens wurde an einem Modell im Flußbaulaboratorium der technischen Hochschule, Karlsruhe, festgestellt. (W. 299.)

(Fortsetzung folgt)

Persönliches.

Herr Oberbaudirektor, Professor an der Technischen Hochschule München,

K. Dantscher,

der langjährige Mitherausgeber unserer Zeitschrift und des Wasserkraft-Jahrbuches, Oberbauleiter der Rhein—Main—Donau A.G., wurde zum Rektor der Technischen Hochschule München gewählt.

Rundschau

Energiewirtschaft.

Wasserkraftausbau in Oesterreich.

Die Kreditanstalt für Verkehrsmittel hat nach Berichten der Tagespresse zwei große Elektro-Konzessionen erhalten und zwar einmal zum Ausbau der Enns-Wasserkräfte, sodann zur Elektrisierung des Burgenlandes. Bei dem Enns-Projekt handelt es sich um die Errichtung größerer Kraftwerkanlagen, deren Baukosten auf annähernd 100 Mill. Mark veranschlagt wurden. Im Burgenland kommt hauptsächlich der Bau von Ueberlandleitungen in Frage, der einen Kostenaufwand von etwa 6 bis 10 Mill. Mark erfordern wird. Durch die neuen Anlagen sollen die österreichische Bundesbahn, deren Elektrisierung bekanntlich vorgesehen ist sowie die Stadt Wien mit Strom beliefert werden.

Wasser- und Dampfkraftausbau in Amerika.

Einem kurzen Rückblick auf das vergangene Jahr in „Engineering News Record", Vol. 98, Nr. 1, vom 6. Jan. 1927, entnehmen wir folgendes. In den Vereinigten Staaten wurden 1926 an Wasserkräften 525 000 PS und an Dampfkräften 1 235 000 PS neu in Betrieb genommen. Diese Zahlen bedeuten eine geringe Zunahme gegenüber 1925 und entsprechen etwa denen von 1924. Als bemerkenswertestes technisches Ereignis des vergangenen Jahres wird der Baubeginn der Conowingo-Wasserkraftanlage am Susquehanna River hervorgehoben, die im Endausbau mit 600 000 PS in Einheiten von 54 000 PS die größte Wasserkraftanlage nach den Niagarafällen sein wird. Bei der Muscle Shoals-Anlage,[1]) welche bekanntlich während des Krieges vom Staat für Zwecke der Stickstofferzeugung begonnen wurde und nun von der Alabama Power Co. ausgenützt wird, wurden 1926 vier 30 000 PS- und zwei 35 000 PS-Turbinen eingebaut. Mit dem Bau der Umspannanlage wurde begonnen.

Bei den Francisturbinen zeigt sich im vergangenen Jahr eine Abkehr von verwickelten, patentierten Saugrohrformen, da die durch solche Saugrohre bedingten höheren Anlagekosten zusammen mit den Lizenzgebühren meist durch die geringe Wirkungsgraderhöhung nicht wettgemacht werden. In einem großen Werk wurde sogar eine angewandte Saugrohrform als fehlerhaft erkannt, so daß die Saugrohre durch andere ersetzt wurden.

Gesteigerte Anwendung finden die Propellerturbinen, deren größte mit 31 500 PS bei der Anlage der Manitoba Power Co.[2]) an den Great Falls eingebaut ist. Bei Louisville ist eine Niederdruckanlage im Bau mit 8 Propellerturbinen, die bei 11,25 m Normalgefälle ein Gefällsintervall von 8 m beherrschen.

Bei den Hochdruckwasserkraftanlagen der westlichen Staaten konzentrierte sich das Interesse auf die Ausbildung der eisernen Druckrohre. Die hier mehr und mehr um sich greifende Anwendung ringarmierter Rohre ist sicherlich zurückzuführen auf mehrere in den letzten Jahren von geschweißten Druckrohrleitungen vorgekommene Brüche. Selbst bei ringarmierten Rohren, bei denen die Schweißnähte des Kernes ausgeglüht sind, neigen die Ingenieure zu größter Vorsicht und fordern von den Herstellern noch geringere Anfangsspannungen als diese zu garantieren gewillt sind.

Ein im Verhältnis zu den Wasserkräften prozentual größerer Ausbau von Dampfkräften an der Westküste ist begründet durch eine in den letzten Jahren erzielte Steigerung der Brennstoffausnützung um 60—80%. (W. 985.) Ge.

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, 1926, H. 4, S. 38.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift, 1924, H. 14, S. 261.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 10 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Mai 1927 — 30. Juni 1927.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m^3/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
142	**Osterbach** 0,060 km oberhalb bis 0,140 km unterhalb der Brücke im Zuge des Weges Feilnbach—Hundham	Donau, Inn, Mangfall, Kaltenbach	Triebwerk Grad in Feilnbach	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Franz Xaver Grad in Feilnbach	0,12	15,60	20	14	Laufwerk 1 Spiralturbine	Sägewerk	Umbau Bereits im Gang Auswechslung eines oberschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{8\ PS_a}{6\ PS_m}$
143	**Antersdorfer Bach** Bei Egstetten	Donau, Inn, Simbach	Schermühle bei Eggstetten	Bez.-A. Pfarrkirch. Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Ammer in Schermühle, Gemeinde Eggstetten	0,06	14,20	9	6	Laufwerk 1 Turbine	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Zusammenlegung des Gefälles zweier hintereinander geschalteter Wasserräder und Einbau einer Turbine Bisherige Leistung $\frac{7\ PS_a}{4\ PS_m}$
144	**Urtel** Marktgebiet Grafing	Donau, Inn, Attel	Griesmühle in Grafing	Bez.-A. Ebersberg Reg.-Bez. Oberbayern	Paul Oswald in Grafing	0,27	2,25	6	5	Laufwerk 1 Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle	Umbau Auswechslung eines Wasserrades gegen eine Turbine Genehmigungsbescheid bereits erlassen
145	**Attel** Zwischen Grafing Öxing und Hilterndorf	Donau, Inn	Grossotmühle bei Öxing	Bez.-A. Ebersberg Reg.-Bez. Oberbayern	Sebastian Scheller in Grossotmühle, Gemeinde Öxing	0,50	2,60	14	10	Laufwerk 1 Turbine mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Genehmigungsbescheid bereits erlassen
146	**Mindel** 0,250 km oberhalb bis zur Bezirksstraßenbrücke in Burgau	Donau	Kunstbaumwollfabrik in Burgau	Bez.-A. Günzburg Reg.-Bez. Schwaben	Friedrich Wiesner's Nachfolger, Kunstbaumwollfabrik in Burgau	7,10	3,74	265	180	Laufwerk 2 Francisturbinen mit stehender Welle	Fabrikeigenversorgung	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung und Gefällsmehrung durch Vertiefen des Unterwasserkanals Bisherige Leistung $\frac{163\ PS_a}{110\ PS_m}$
147	**Rhanerbach** Bei Lixendöfering	Donau, Naab, Schwarzach	Triebwerk Lixendöfering	Bez.-A. Waldmünchen Reg.-Bez. Oberpfalz	Michael Gmach in Lixendöfering	0,20	3,20	7	5	Laufwerk 1 Francisturbine mit liegender Welle, 1 oberschlächtiges Wasserrad	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Bereits im Gang
148	**Zottbach** 0,100 km unterhalb der Brücke im Zuge der Bezirksstraße Waldthurn—Georgenberg	Donau, Naab, Pfreimd	Hammermühle bei Neuenhammer	Bez.-A. Vohenstrauß Reg.-Bez Oberpfalz	Karl Pöllmann in Neuenhammer, Gemeinde Dimpfl	0,54	1,70	9	7	Laufwerk 1 unterschlächtiges Wasserrad	Polierwerk	Umbau Bereits im Gang

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
149	**Gebenbach** 0,500 km oberhalb der Straßenkreuzung Amberg-Bayreuth mit dem Gebenbach bis Schwalghof	Donau, Naab, Vils	Triebwerk Schwalghof	Bez.-A. Amberg Reg.-Bez. Oberpfalz	Georg Loiter in Schwaighof	0,24	2,20	5	Laufwerk 1 Francisturbine	Landwirtschaftliche Eigenversorgung	Umbau Genehmigungsbescheid bereits erlassen
150	**Großer Regen** Von km 168,500 bis 168,350	Donau, Regen, schwarzer Regen	Holzwarenfabrik Kuhndörfer in Zwiesel	Bez.-A. Regen Reg.-Bez. Niederbayern	Holzwarenfabrik Andreas Kuhndörfer in Zwiesel	1,635	2,08	36	Laufwerk 1 Einradturbine mit liegender Welle	Eigenversorgung	Umbau Auswechslung eines Wasserrades gegen eine Turbine 14 PS$_a$ / 12 PS$_m$ Bisherige Leistung
151	**Kleine Vils** Unmittelbar oberhalb der Straßenbrücke in Vilsheim	Donau, Vils	Mühle in Vilsheim	Bez.-A. Landshut Reg.-Bez. Niederbayern	Therese Maier in Vilsheim	0,269	2,20	6	Laufwerk 1 Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle	Umbau Auswechslung eines Wasserrades gegen eine Turbine 5 PS$_a$ / 2 PS$_m$ Bisherige Leistung
152	**Erlau** Zwischen dem Thiesenbach und dem Aubach	Donau	Kraftwerk in der Gemeinde Kellberg	Bez.-A. Passau Reg.-Bez. Niederbayern	Graphitwerk Kropfmühl A.-G., München	2.40	27,38	700	Laufwerk 2 Francisspiralturbinen mit liegender Welle	Eigenversorgung	Neubau

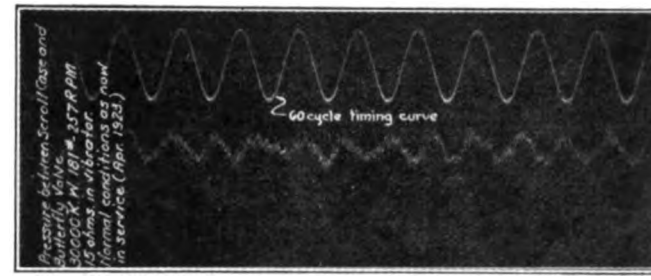
Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 48 und 99 wurden in Betrieb genommen. Nr. 74 kommen nicht zur Ausführung.

(W. 186)

Wasserkraftmaschinen.

Erschütterungen an Wasserkraftanlagen.

Unter dieser Ueberschrift[1]) teilte ich in Heft 17, S. 213, dieses Jahrganges einen amerikanischen Auszug aus einem Bericht der National Electric Light Corporation mit. Dem vollständigen Bericht dieser Gesellschaft entnehme ich noch folgende Einzelheit. Eine 40 000 PS-Turbine lief ruhig mit einem Laufrad mit 21 Schaufeln, das in einem 20-schaufligen Leitrad saß; sie zeigte aber schwere Erschütterungen, als ein Laufrad mit nur 19 Schaufeln in das gleiche Leitrad eingesetzt wurde. Diese ließen sich erst auf ein erträgliches Maß reduzieren, als man den Spalt zwischen Leitradaustrittskante und Laufradeintrittskante vergrößerte. Wenn wir uns eines von Thoma vorgeschlagenen Bildes bedienen, nämlich uns auch bei relativ dicht stehenden Schaufeln vor denselben eine Verteilzone und hinter denselben eine Ausgleichzone vorzustellen, so



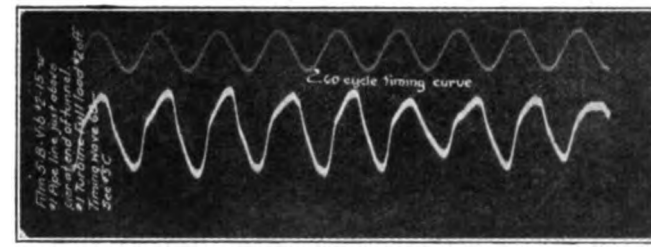


Abb. 1 u. 2. Schwingungsaufzeichnungen.

müssen wir sagen, daß hinter dem Leitrad sich eine ruhende Ausgleichzone, vor dem Laufrad dagegen eine Verteilzone sich befindet, welche mit dem Laufrad rotiert. Wir dürfen annehmen, daß die Breite dieser Zonen jeweils mindestens so groß als die Austrittsweite des zugehörigen Schaufelgitters ist; es rotiert also bei den im Francisturbinenbau üblichen Abständen zwischen Leitradaustritt und Laufradeintritt die Verteilzone des Laufrades in der Ausgleichzone des Leitrades. Je enger der Spalt, um so weniger können sich die beiden Zonen ordentlich ausbilden, bzw. um so rascher, im Extrem: um so sprunghafter, ändern sich die Drücke. Damit wissen wir nur etwas über die eine Seite der Schwingungsgleichung, über die andere tappen wir noch vollkommen im Dunkeln und es ist sehr zu bedauern, daß dem amerikanischen Bericht nur Schwingungskurven ohne Amplitudenmaßstab (Abb. 1 u. 2) beigegeben sind, so daß keinerlei, tiefere Einblicke gewonnen werden können, welche man auch in dem amerikanischen Bericht vergeblich sucht. Die schwachen Erschütterungen nach der Vergrößerung des Spaltes verlaufen wesentlich schneller als die starken bei engem Spalt. (Report of Hydraulic Power Comm. 1925/26 der N.E.L.A.). (W. 868.)

Schilhansl.

Zur Geschichte der beweglichen Laufradschaufeln.

In „Z. d. V. D. I." 1927, Heft 6, S. 195, und in der „Wasserwirtschaft", Wien, 1927, H. 8, S. 179 wird die Zeichnung einer von innen beaufschlagten Radialturbine aus dem Jahre 1881

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, 1925, H. 3, S. 44.

Digitized by Google

mit angeblich beweglichen Laufradschaufeln (Regulierung durch Laufradschaufelverstellung) als Beispiel dafür vorgeführt, daß der Gedanke der Wirkungsgradverbesserung bei Teilbeaufschlagung durch Veränderung der Laufradschaufelwinkel schon verhältnismäßig alt sei. Die dort wiedergegebene Zeichnung läßt aber gewisse Einzelheiten dieser Regulierung nicht erkennen, da die Querschnitte der Schaufeln schwarz ausgelegt und ohne Lichtkanten sind. An anderer Stelle[1]) ist die Abbildung durchsichtiger gehalten (vgl. die beigefügte vergrößerte Abbildung 1), hieraus ersieht man, wie ich auch aus einer Photographie der Zeichnung, die ich von Herrn Oberingenieur Korn zur Einsicht erhielt, noch deutlicher entnehmen konnte, folgendes:

Die Laufradschaufeln sind hier zweiteilig, etwa ähnlich der

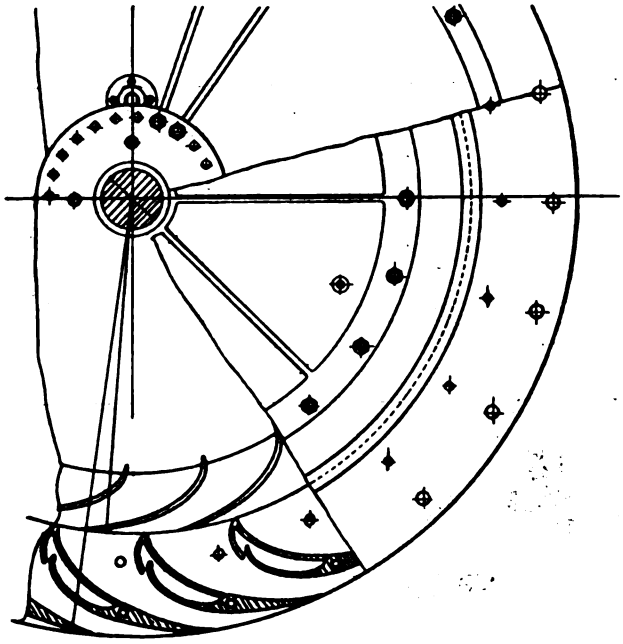


Abb. 1. Von innen beaufschlagte Radialturbine mit zweiteiligen Laufradschaufeln, deren äußere Hälften drehbar sind.

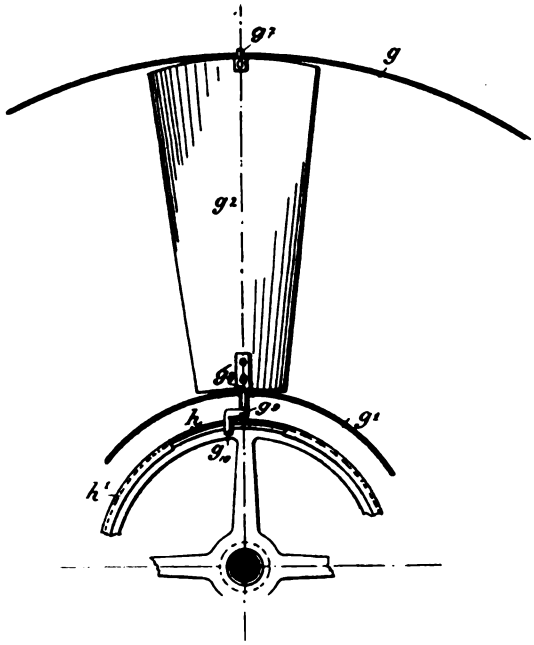


Abb. 2. Drehbare Schaufel eines Stromrades nach Abb. 3.

[1]) „Deutsche Wasserwirtschaft" 1927, Heft 1, Seite 26.

bekannten alten Zodel-Regulierung bei Francis-Turbinen, jedoch mit dem Unterschied, daß bei feststehendem Eintrittsteil (Innenteil) der Laufradschaufeln die äußere Hälfte und ein Teil des Schaufelrückens drehbar ist. Verdreht man diese drehbare Austrittsspitze, so zeigt die Abbildung, daß dadurch der Austrittsquerschnitt verringert wird, selbstverständlich auch unter Aenderung des Austrittswinkels. Der Eintrittswinkel des Laufrades bleibt aber mit dem feststehenden Eintrittsteil der Schaufel unveränderlich. Eine Winkelveränderung des Eintritts und der ihm zunächstliegenden Hälfte der Schaufelvorderfläche (Arbeitsfläche) liegt also hier nicht vor; es scheint aber, daß gerade die Verdrehung der ganzen Schaufel und damit die Aenderung auch des Eintrittswinkels ein wesentliches Wirkungsmerkmal der drehbaren Laufradschaufeln ist im Gegensatz

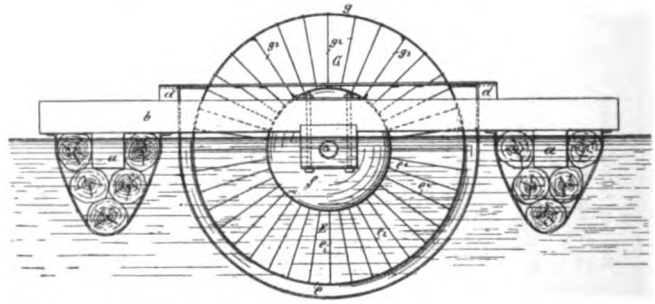


Abb. 3. Stromrad mit Teilbeaufschlagung nach D.R.P. 38 414, von Nossian und Hutter, 1886.

zu der reinen Querschnittsänderung, welche hier verwirklicht wurde.

Weiter wird die hier in Abb. 2 nochmals gezeigte Konstruktion einer drehbaren Schaufel ins Feld geführt, welche zunächst ja wie die Drehschaufel einer axial durchströmten Turbine aussehen mag. Die bezügliche deutsche Patentschrift 38414 aus dem Jahre 1886 sagt aber:

„Die Stromturbine ist eine Axialturbine mit horizontaler Welle, welche derart zwischen zwei, in einem Strom verankerte oder an das Ufer geheftete Schwimmkörper eingebaut ist, daß eine teilweise Beaufschlagung vorhanden ist. Dabei wird konstante Geschwindigkeit in der Weise erzielt, daß die Schaufeln des Laufrades am äußeren und inneren Radkranz gelagerte Drehzapfen besitzen . . ." Der Patentanspruch lautet: „. . . 1. Eine schwimmende Stromturbine, bestehend aus einem . . . Axial-Turbinen-Laufrade G, welches nach Maßgabe der Stromtiefe . . . versenkt ist. . . . 2. . . . so daß (ein Zentrifugalregler) bei wechselndem Wasserdruck oder abnehmendem Wasserstand die Schaufelflächen steiler gegen die Strömungsrichtung zu stellen vermag."

Abb. 3 zeigt aus der genannten Patentschrift den Einbau dieses teilweise beaufschlagten Stromrades, bei welchem wohl von einer Analogie mit einer Turbine überhaupt und mit Propellerturbinen im besonderen schon wegen der für das Stromrad charakteristischen Teilbeaufschlagung nicht gesprochen werden kann. Die Abb. 2 für sich betrachtet läßt dies allerdings nicht erkennen und mag irreführen. Die Drehbarkeit der Laufradschaufeln dient hier im Gegensatz zur voll beaufschlagten Ueberdruckturbine nicht der Anpassung an die Wassermenge bzw. der Erzielung höchsten Wirkungsgrades bei geringerer Wassermenge, sondern nur der Gleichhaltung der Drehzahl an Stelle des sonst üblichen Aus- oder Eintauchens des Stromrades. Bei einer Stromturbine, bei der das Wasser auch neben dem Rad vorbeifließen kann, kann von einer Anpassung an wechselnde Wassermengen ja keine Rede sein. (W. 169.) Ing. C. Reindl.

Digitized by Google

Literatur

Buchbesprechungen

Landes-Elektrizitätswerke. Von A. Schönberg und E. Glunk. 398 Seiten mit 144 Abbildungen, 4 Tafeln und 56 Listen. München und Berlin 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis brosch. 23.— M., gebd. 25.— M.

Die reiche Energiewirtschaftsliteratur der letzten Jahre, welche sich hauptsächlich mit der Darstellung der energiewirtschaftlichen Verhältnisse in einzelnen Ländern beschäftigt, ist dankenswert erweitert worden durch den Niederschlag und die Erörterung der allgemein gültigen Grundsätze für die Arbeitsversorgung großer Gebiete, welche die beiden Mitarbeiter Oskar von Millers aus den langjährigen Erfahrungen des Büros und aus ihrer Tätigkeit hier niederlegen konnten. Eine Festgabe für den 70. Geburtstag Oskar v. Millers im wahren Sinne kann dieses Buch genannt werden.

Ohne sich in den elementarsten Grundlagen der Arbeitsbeschaffung aus Wasserkraft und Brennstoffen zu verlieren, gibt das Werk eine jedem Fachmann außerordentlich willkommene Uebersicht über den gegenwärtigen Stand der Arbeitsgewinnung und Arbeitsübertragung und über die zur wirtschaftlichsten Arbeitsversorgung maßgebenden Gesichtspunkte. Nach einem kurzen Ueberblick über die Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung werden die Erhebungen hinsichtlich des Bedarfs und hinsichtlich der Auswahl der Kräfte erörtert und die hauptsächlichen Einzelheiten der Wasserkraftanlagen und Wärmekraftanlagen beschrieben. Von ganz besonderem Wert sind dabei die Darlegungen, Tabellen und Planbeigaben über die einzelnen Kraftwerksarten und deren hauptsächlichste Bestandteile, wie man sie insbesondere hinsichtlich der Steinkohlen- und Braunkohlenwerke, der Kohlenstaubfeuerung, der Oel- und Gasfeuerung, der Oel-Maschinen-Kraftwerke wohl nirgends findet. Ebenso eingehend hinsichtlich konstruktiver Einzelheiten und ungefährer Kostenangaben sind die Abschnitte über Leitungsnetze und Verteilung der elektrischen Arbeit (Umspannwerke, Sicherungseinrichtungen, Befehlsübermittlung und Meßeinrichtungen) gehalten. Ein ausführlicher Abschnitt über Kostenberechnungen stellt die einzelnen Momente der Anlagekosten und der Betriebskosten, deren Einfluß und deren Zusammensetzung zum schließlichen Wirtschaftlichkeitsvergleich zusammen. Zum Ende werden noch Organisationsfragen und Vertragsfragen erörtert.

Neben den schon erwähnten wertvollen vergleichenden Tabellen über Anlage- und Betriebskosten, Verbrauchszahlen usw. sind die vielen in dem Buch niedergelegten, oft mühsam erworbenen Erfahrungen ein Behelf von außerordentlichem Werte für jeden Ingenieur und technisch gebildeten Wirtschaftler — der nicht technisch gebildete Wirtschaftler wird ja auch aus solchen Werken nicht in der Lage sein, für den einzelnen Fall die richtige Schlußfolgerung zu ziehen. — Aber auch ihm wird ein solches Buch viel Interessantes bieten. Man kann sagen, daß die „Landes-Elektrizitätswerke" zu den wertvollsten neueren Erscheinungen der engeren Fachliteratur gehören.

(W. 142.) Ing. C. Reindl.

Berechnung der Wasserspiegellage. Von Baurat Dr.-Ing. Paul Böß. Gr. 8°, 96 Seiten, mit 48 Abb., 2 Zahlentabellen und 7 Tafeln. „Forschungsarbeiten", Heft 284. VDI.-Verlag, Berlin, 1927. Preis broschiert RM. 7.50.

Das Heft beschäftigt sich mit der rechnerischen Bestimmung der Wasserspiegellage in Flüssen und Kanälen von geometrischen Querschnittsformen, und zwar im ersten Teil bei stationärer, im zweiten Teil bei zeitlich veränderlicher Strömung. Zunächst wird die Bernoulli'sche Energiegleichung und ihre bekannte Anwendung zur Wasserspiegelberechnung, sowie der dabei sich ergebende Unterschied zwischen strömendem und schließendem Wasserabfluß erörtert, sodann ist eine neue Verwendbarkeit dieser Grundlagen für — der bisher üblichen Rechnungsweise — unzugängliche Fälle des plötzlichen Ueberganges einer dieser Strömungsarten in die andere infolge Querschnittsveränderung, Rauhigkeitsänderung, Einbauten oder Gefällswechsel der Sohle entwickelt, und zwar auf Grund der Annahme, daß sich — bei sich selbst überlassener Bewegung — stets derjenige Zustand ausbildet, bei welchem mit dem kleinsten Kraftaufwand die größte Wirkung erzielt wird. Der plötzliche Wechsel der Fließart vollzieht sich unter Bildung des bekannten Wassersprungs, für den der Verfasser daher die Bezeichnung „Wechselsprung" gebraucht. Die gute Uebereinstimmung der berechneten Lagen und Größen der Spiegeldifferenzen mit den wirklich auftretenden — solange der Wechselsprung nicht so hoch ist, daß sich Deckwalzen bilden — wird dann an einer Reihe von Versuchsergebnissen aus dem Flußbau-Laboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe vorgeführt. Ohne auf die periodischen Wellenbewegungen einzugehen, sind im zweiten Teil verschiedene Formeln für Größe und Laufgeschwindigkeit von positiven und negativen Schwallen experimentell nachgeprüft. Positive Schwalle bei völligem und teilweisem Abschluß der Wasserhaltung und negative Schwalle in ruhendem und fließendem Wasser werden untersucht, sowie die Beziehungen zwischen Schwallhöhe, Wassermenge und Wassergeschwindigkeit bei Wechsel des Fließzustandes in Rechnung und Versuch verglichen. Am Schluß sind noch für eine Großausführung, nämlich den Oberwasserkanal des Itter-Kraftwerkes, die errechneten Laufzeiten den beobachteten für positiven und negativen Schwall gegenübergestellt.

Die Arbeit gibt dem Wasserbauer neben der Uebersicht über Bekanntes somit auch Berechnungsverfahren für bisher der einfachen zahlenmäßigen Erfassung unzugängliche Erscheinungen, und bildet daher einen wertvollen Zuwachs der einschlägigen Literatur. (W. 150.) Dr.-Ing. K. Pantell.

Handbuch des Wasserbaues von Hubert Engels, Dresden. Ergänzungsheft zur dritten Auflage. Hubert Engels hat im Verlag von Wilhelm Engelmann (Leipzig) ein Ergänzungsheft zur dritten Auflage seines Handbuches des Wasserbaues erscheinen lassen. Der leitende Gedanke war hierbei, daß eine vierte Auflage unter den heutigen Verhältnissen nicht sogleich erscheinen könne, daß aber das, was auf dem Gebiete des Wasserbaues seit der letzten Auflage an wesentlichem aufgetaucht sei, doch den Lesern des Handbuches übermittelt werden solle. Die Einteilung hält sich vollständig an die des Handbuches und es ist für den Leser leicht, die vorliegenden Ergänzungen einzufügen.

Von den wesentlichen Ergänzungen seien hier aufgeführt die Formeln von Gröger und Forchheimer für die gleichförmige Bewegung des Wassers, dann eine sehr gute Zusammenstellung der Wassermengenmeßmethoden bei Wasserkraftanlagen, die Untersuchungen über den Wasserabfluß bei Grundwehren und Buhnen und über Brückenstau. Bei den Talsperren sind die offenen Bauweisen mit aufgenommen. Weitgehend ergänzt wird der Teil Wasserkraftanlagen durch Kapitel über den spezifischen Laufraddurchmesser, Anordnung der Kraftanlagen, Ausnützung der Gezeitenkraft und Bau der Druckrohrleitungen. Bei den Teilen über Schiffahrt werden das Flettner Ruder, das Sektortor, das Cylinderschütz von Winkel und das Trockenhebewerk von Klönne besprochen.

Mit diesen Ergänzungen hat Engels wohl alle wesentlichen neuen Arbeiten und konstruktiven Ideen auf dem Gebiete des Wasserbaues behandelt. Die Darstellung ist, wie immer, vor-

Digitized by Google

züglich, die Stellungnahme des Verfassers zu den einzelnen Problemen klar, bestimmt und von strengster Objektivität.

Engels Handbuch des Wasserbaues hat viele Freunde und sie alle werden es begrüßen, daß dieses Ergänzungsheft erschienen ist und in so einfacher Weise eine Neuauflage ersetzt. (W. 112.) Dantscher.

Umlenkung eines freien Flüssigkeitsstrahles an einer zur Strömungsrichtung senkrecht stehenden ebenen Platte. Von Dr.-Ing. Friedrich Reich. Gr. 8°. 76 Seiten, mit 89 Abbildungen und 23 Zahlentafeln. VDI.-Verlag, Berlin, 1927. Preis broschiert RM. 8.—.

Die Untersuchungen sind am Turbinen-Prüfstand der Technischen Hochschule Hannover vorgenommen. Im senkrecht nach unten gegen eine ebene Platte fallenden Strahl wurden mit großer Sorgfalt Druck und Geschwindigkeitsverteilung vermittels Staurohren festgestellt, die Stromfäden durch Farbstoffeinspritzung verfolgt, der Gesamtdruck gegen die Stoßplatte durch Abwägen bestimmt, und die äußere Strahlform durch Abtasten ermittelt. Es ergab sich, daß sich kein ruhender oder in sich kreisender Staukegel auf der Platte ausbildet, was bisher häufig angenommen wurde, die Stromlinien nahe der Strahlachse werden vielmehr fast rechtwinkelig von der Platte abgelenkt. Der zur Aufnahme des Strahldruckes erforderliche Plattendurchmesser erwies sich als abhängig von Durchmesser und freier Länge des Strahles. Bei der mathematischen Formulierung der Stromfunktion zeigte sich überraschenderweise, daß auch nicht angenähert Potentialströmung vorlag, was auf die Reibung in der den Strahl erzeugenden Düse, sowie auf Ringwirbel, die wohl infolge der Reibung an der Platte entstehen, zurückgeführt wird. Es gelang, eine ziemlich gut mit der Wirklichkeit übereinstimmende Strömungsgleichung aufzustellen. Ob sich aus den Versuchen Anhaltspunkte für die Formgebung von verkürzten Turbinen-Saugrohren mit vorgelagerter Stoßplatte ableiten lassen, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Jedoch auch ohne diese bietet die Arbeit genug Wissenswertes, um für den sich mit hydraulischen Problemen beschäftigenden Ingenieur ihr Studium zu rechtfertigen.

Bei beiden Heften sind Ausstattung, Druck und Papier in der bekannten hochwertigen Ausführung der neueren Forschungshefte des VDI. (W. 149.) Dr.-Ing. K. Pantell.

Die Unterhaltungs-Arbeiten an Wasserkraft-Maschinen und Wasserkraft-Anlagen. Von Baurat O. Galland, Berlin. — Mitteilung Nr. 20 des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes. Berlin-Halensee, Joachim Friedrich-Straße 50. Preis M. 1,75.

Für die Besitzer und Betriebsleiter von Wasserkraftanlagen stellt der Verfasser erstmals übersichtlich und leicht verständlich alles das zusammen, was für die Instandhaltung von Wasserkraftmaschinen und deren Zubehör, sowie von den übrigen Teilen der Wasserkraftanlagen wichtig und wissenswert ist. Alle jene Einzelheiten, auf welche im laufenden Betrieb zu achten ist, um Unregelmäßigkeiten vor dem Eintritt großer Störungen zu bemerken, ebenso die Abhilfe bei auftretenden Störungen werden erörtert und angegeben, wann und wie eine Selbsthilfe möglich ist und in welchen Fällen ohne die Baufirmen nicht unternommen werden soll.

Die handliche Zusammenfassung ist für den Betrieb zu begrüßen und bestens zu empfehlen.

(W. 189) Ing. C. Reindl.

Geschäftliches.

Wir machen auf die Verdingungs-Ausschreibung des Städtischen Tiefbauamtes München über die Vergebung der Arbeiten der 3. Wasserzuleitung von Hochbehälter Mühltal nach Kreuzpullach aufmerksam. Näheres ist der Anzeige, Seite 222 zu entnehmen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Soeben ist Verbandsmitteilung Nr. 20 erschienen:

„Die Unterhaltungsarbeiten an Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen"

von Baurat Galland, Berlin, 36 Seiten, mit 10 Abb. Buchhandelspreis M. 1,75 (Mitglieder erhalten Vorzugspreis).

Die Betriebsleitung eines Wasserkraftwerks muß stets ihr Augenmerk auf eine gute Ueberwachung und Unterhaltung der Maschinen und Bauwerke richten. Durch gute pflegliche Behandlung lassen sich erhebliche Ersparnisse an den jährlichen Reparatur- und Unterhaltungskosten erzielen. Die in bestimmten Zeitabständen vorzunehmende Prüfung der der Abnutzung in starkem Maße unterworfenen Maschinenteile und ihre rechtzeitige Auswechslung sowie die systematische Wartung der Maschinen, vor allem die genügende Schmierung laufender Maschinenteile ist zur guten Instandhaltung und steten Betriebsbereitschaft ein unbedingtes Erfordernis. Durch Befolgung der von dem Verfasser gegebenen Richtlinien lassen sich zeitraubende, betriebsstörende und kostspielige Reparaturen vermeiden. Das vorliegende Heft sollte daher in der Hand keines Wasserkraftbesitzers fehlen.

In besonderen Kapiteln werden eingehend behandelt die Turbinen, Lager, Uebersetzungen, Regler, Absperrorgane, Rohrleitungen, Rechen, Wehre und vieles andere.

Die Geschäftsführung.

Der Geschäftsbericht für 1926,

der bereits in Heft 7 der Verbandszeitschrift veröffentlicht worden ist, ist als Sonderdruck in Neuauflage der Verbandsmitteilung Nr. 10 den Mitgliedern zugestellt worden.

Die Geschäftsführung.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 16 — 15. AUGUST — 1927

Aus dem Inhalt: Die staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens. / Die Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft. / Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N. / Rundschau: Elektrischer und Dampfbetrieb der schweiz. Bundesbahnen. / Arbeits-Grenzpreis für Elektrochemie. / Die Energieversorgung Rußlands. / Wasserkraftnutzung in Niederländisch-Indien. / Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Die Wasserkraftanlage Martin-Talsperre. / Neue Bauformen für Schnelläuferturbinen. / Bau des Elsterkanals. / Buchbesprechungen. / Geschäftliches.

Die staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens.

Von Professor Dr. Hanns Dorn, München, Technische Hochschule.

Der Wohlstand des schwedischen Volkes liegt bekanntlich nicht in seinem Ackerboden, sondern im Holz seiner Wälder, im Erz seiner Berge und in seinen Wasserkräften.

Schon seit langem betreut der schwedische Staat den volkswirtschaftlichen Schatz der schwedischen Wasserkräfte durch eine weitschauende Wasserkraftpolitik.

Gesetzgeberisch ist die Wasserkraftwirtschaft natürlich auch in Schweden in ihrer Entwicklung wesentlich beeinflußt worden durch das Wasserrecht. Bereits 1880 wurde das auf altgermanischen Rechtsgedanken aufgebaute Gewohnheitsrecht in besondere Wassergesetze zusammengefaßt. An die Stelle dieser Gesetze trat nach langjährigen Vorarbeiten 1918 das heute geltende Wassergesetz, das 1919 und 1920 durch zwei Novellen ergänzt wurde[1]). Das schwedische Wasserrecht weicht, formalrechtlich genommen, von den meisten europäischen Wassergesetzen dadurch ab, daß es nicht zwischen öffentlichen und privaten Gewässern unterscheidet. Praktisch kennt freilich auch das schwedische Gesetz so etwas ähnliches wie öffentliche Gewässer, denn es enthält noch die uralte Rechtseinrichtung der Königsader. Die Königsader ist eine Wasserrinne, die bei größeren Flüssen inmitten der Wasserläufe im öffentlichen Verkehrsinteresse freigehalten werden muß und die anliegenden Eigentümer zur kostenlosen Abgabe eines Drittels ihrer Wassermenge oder ihres Gefälles für öffentliche Zwecke verpflichtet. Von dem Recht der Königsader abgesehen ist der Staat in Schweden nur Eigentümer jener Wasserfälle, deren Ufer Staatseigentum ist.

Für die Ausnutzung der Wasserkräfte durch Wasserwerke, besonders für Errichtung von Wasserwerksbauten, räumt die schwedische Gesetzgebung praktisch ein weitgehendes Enteignungsrecht ein, wenngleich der Ausdruck „Zwangsenteignung" nirgends im Gesetz vorkommt. Der praktische Hauptfall des Enteignungsrechts ist folgender: Sind mehrere Anlieger an einer Wasserkraft beteiligt, so kann derjenige, welcher Eigentümer von mehr als der Hälfte der auszubauenden Wasserkraft ist, die Genehmigung erhalten, auch jene Teile der Wasserkraft, die ihm nicht gehören, nutzbar zu machen, vorausgesetzt, daß der Ausbau der Wasserkraft im ganzen wichtige wirtschaftliche und technische Vorteile bietet.

Der Wasserkraftunternehmer muß auf eigene Kosten die erforderlichen Einrichtungen für Schiffahrt, Flößerei und Fischerei schaffen. Bringt der Ausbau eine bedeutende Veränderung des Wasserspiegels mit sich, so ist eine jährliche Gebühr in einen Fonds zur Förderung der Fischerei zu zahlen.

Die Wasserkraft darf nach schwedischem Wasserrecht nur ausgebaut werden, wenn der Gewinn an dem Unternehmen, nach Abzug der Baukosten, mindestens dem dreifachen Wert entspricht, den der Schaden auf den Feldern und Wiesen ausmacht, und dem zweifachen Betrag des etwaigen sonstigen Schadens. Aber auch wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann eine Wasserkraftunternehmung im öffentlichen Interesse untersagt werden: so zum Beispiel wenn eine Fabrik, die vielen

[1]) Vgl. Aström, Adolf: La Loi sur le Régime des Eaux du 28 juin 1918 (Annuaire de Législation Etrangère, 2e série, 16e année, Paris 1918—1919, S. 269 ff.) und Hansen, F. Th.: The Power Resources of Sweden (The Transactions of the first World Power Conference, London 1924, Vol. I, S. 1321 ff.).

Digitized by Google

Arbeitern Unterhalt gewährt, geschlossen werden müßte; oder wenn Felder oder Wiesen von großer Ausdehnung überschwemmt würden; oder wenn die öffentliche Gesundheit gefährdet würde.

Eingehende Vorschriften gibt das schwedische Wassergesetz über „Gewässerregulierung". Darunter sind alle Arbeiten verstanden, die zur Schaffung von Staubecken ausgeführt werden. Die Gewässerregulierung ist der privaten Initiative überlassen und steht den Eigentümern der Wasserfälle zu. Ein Wasserfalleigentümer kann verlangen, daß alle anderen Wasserfalleigentümer, welche aus dem Unternehmen Nutzen ziehen, sich an den Regulierungskosten beteiligen. Die Regulierungsarbeiten dürfen nicht ohne Genehmigung des Wassergerichtes ausgeführt werden.

Auch die Bildung von Wassergenossenschaften ist im Gesetz vorgesehen.

Bezüglich der größeren Wasserkraftwerke und der Regulierung der größeren Gewässer enthält das Gesetz besondere Bestimmungen. Ein Wasserkraftwerk, das auf Grund des Gesetzes von 1918 errichtet wurde und bei nichtreguliertem Niederwasserstand mindestens 500 PS hat, ist verpflichtet, bis zu einem Zehntel der erzeugten Kraft an die umliegenden Orte zu liefern — sogenannte Distriktskraft — für die Bedürfnisse handwerklicher Betriebe, für das Kleingewerbe und für die Landwirtschaft oder für Haushaltungszwecke; und zwar zu den Selbstkosten plus 2 v. H. des Anlagekapitals. Ein solches Wasserkraftwerk kann vom Staat — gemäß den Vorschriften über Zwangsenteignung — zurückgekauft werden; und zwar nach Ablauf von 40 Jahren nach Vollendung des Werkes und in der Folgezeit alle 40 Jahre, sofern das Kraftwerk für einen öffentlichen Zweck benötigt wird.

Hinsichtlich der Regulierung der größten Seen ist dem König die Entscheidung darüber vorbehalten, ob das Unternehmen öffentlichen Interessen dient.

Wenn Wasserkraftanlagen infolge einer Gewässerregulierung ihre Leistung um mindestens 500 PS steigern, sind ihre Besitzer verpflichtet, eine Abgabe von mindestens 10 Oere bis höchstens 3 Kronen jährlich für jede neuerworbene Pferdekraft zu bezahlen.

Falls der Unternehmer die Erlaubnis erhalten hat, Wasserkräfte auszunutzen, die einem Dritten gehören, muß er in der Regel die Entschädigung für die Wasserkräfte in Form von elektrischer Kraft leisten. In allen anderen Fällen — zum Beispiel bei Enteignung von Grundeigentum — ist die Entschädigung in Geld zu bezahlen; und zwar nach dem wirklichen Wert des Schadens plus 50 v. H.

Das Wassergesetz von 1918 hat auch eine neue Gerichtsorganisation für Wasserstreitigkeiten geschaffen. In erster Instanz entscheiden die „Wassergerichte", deren es fünf in ganz Schweden gibt, in zweiter Instanz entscheidet das Appellationsgericht von Svealand; in dritter Instanz der Oberste Gerichtshof von Schweden. Die Gerichtsbezirke der fünf Wassergerichte werden begrenzt durch die Wasserscheiden der Hauptströme. Den Vorsitz im Wassergericht führt ein Berufsrichter, der „Wasserrichter". Jeder Wasserrichter ist verpflichtet, ein Wasserregister oder Wasserbuch zu führen. In dieses Buch trägt er alles ein, was sich auf die tatsächliche und rechtliche Natur der Wasserkraftunternehmungen bezieht.

Das Gesetz sieht endlich eine amtliche Wasserschau vor: auf Beschluß des Wassergerichtes können Wasserkraftbauten und Wasserregulierungsbauten nach Vollendung ihrer Ausführung von Sachverständigen geprüft werden, um festzustellen, ob die Bauten der Genehmigung entsprechen.

Außer dem Wassergesetz von 1918 gibt es noch eine Reihe von Sondergesetzen, die für die Wasserkraftwirtschaft von Bedeutung sind: so, um nur einige anzuführen, aus dem Jahre 1919 ein Gesetz über öffentliche Floßstraßen; aus dem Jahre 1920 ein Gesetz über öffentliche Schiffahrtsstraßen, ein Gesetz über Entwässerungsanlagen und ein solches über Beseitigung von Abwässern. So ist im letzten Jahrzehnt das gesamte Gebiet des Wasserrechts in Schweden neu geregelt worden.

Aber die Wasserkraftwirtschaftspolitik des schwedischen Staates beschränkt sich nicht auf diese Leistungen der Gesetzgebung: auch die Staatsverwaltung entwickelte auf dem Gebiet der Wasserkraftwirtschaft eine lebhafte Tätigkeit. Diese Verwaltungstätigkeit wird zum Teil selbst wieder durch Verwaltungsgesetze, zum Teil durch Verordnungen geregelt. Sie besteht einmal in Maßnahmen des Staates zwecks Erleichterung der Kreditbeschaffung für den Ausbau von Wasserkräften, sowie von Kraftübertragungs- und -verteilungslinien. Weitaus die wichtigste Leistung des Staates auf dem Gebiet der Wasserkraftwirtschaft war indes die Errichtung zweier eigener Behörden: des Kgl. Hydrographischen Büros (1908), das heute eine Abteilung des Meteorologisch-hydrographischen Instituts ist, und der Kgl. Wasserfallverwaltung (1909), einer Behörde, die sich durch ungewöhnliche Vielseitigkeit ihrer Aufgaben, weitgehende Selbständigkeit gegenüber den übrigen Staatsbehörden, kaufmännische Beweglichkeit in der Geschäftsführung und straffe, einheitliche Leitung in der Hand eines tatkräftigen Generaldirektors auszeichnet. Die Kgl. Wasserfallverwaltung ist der eigentliche Träger der staatlichen Wasserkraftwirtschaft Schwedens im engsten Sinn des Wortes. Ihr obliegt im besonderen die Verwaltung und der Betrieb der staatlichen Kraftwerke: der Wasserkraftwerke Trollhättan, Aelvkarleby, Motala, Porjus, Lilla Edet und Norrfors, sowie des Dampfkraftwerks Västerås[2])

Trotz seiner lebhaften Tätigkeit in der Wasserkraftwirtschaft hat der schwedische Staat nie an ein Wasserkraftmonopol gedacht, und so konnten sich neben den Staatsunternehmungen stets auch privater Unternehmerwille und die Regsamkeit der Städte erfolgreich betätigen.

Nach den Angaben, die Generaldirektor Hansen von der staatlichen Wasserfallverwaltung 1924 auf der Weltkraftkonferenz in Wembley gemacht hat, wurden 1923 von den Kräften der gesamten Hauptantriebseinrichtungen in schwedischen Kraftanlagen überhaupt (etwa 1 950 000 PS) rund drei Viertel (etwa 1 400 000 PS) mit Wasserturbinen erzeugt, und von dieser mit Wasserturbinen erzeugten Kraft kommen etwa 85 v. H. auf Elektrizitätswerke (etwa 1 200 000 PS). Nach den neuesten Angaben der Wasserfallverwaltung dürfte zurzeit die in ganz Schweden von privaten, gemeindlichen und staatlichen Werken erzeugte hydroelektrische Energie etwa 3½ Milliarden kWh im Jahr betragen. Von dieser Gesamtmenge hydroelektrischer Energie wird ungefähr ein Drittel durch staatliche Wasserkraftwerke erzeugt.

Im großen und ganzen gesehen ist das Ergebnis der schwedischen Wasserkraftpolitik etwa dieses: Der Ausbau der Wasserkräfte und der elektrischen Verteilungsanlagen vollzieht sich unter Ueberwachung des Staates, im wesentlichen im Anschluß an den großen, vom Staat entworfenen Generalplan. Aber Kraftausbau und Kraftverteilung geschehen nur zum geringeren Teil durch den Staat selber, zum weitaus größeren Teil durch private Industrieunternehmungen, Elektrizitätsgesellschaften und Gemeinden. Was der Staat jedoch an Wasserkräften und Verteilungsanlagen ausbaut, das

[2]) Vergl. Die staatlichen Kraftwerke Schwedens 1921. Allgemeine Beschreibung, ausgearbeitet von der Kgl. Wasserfallverwaltung. Upsala 1921.

Digitized by Google

baut er in eigener Regie und betreibt es in eigener Regie, nicht in Form einer Erwerbsunternehmung.

Ueber die technisch-wirtschaftlichen Leistungen und Ergebnisse der staatlichen Kraftwerke gibt der im Rahmen der amtlichen schwedischen Statistik veröffentlichte Bericht des staatlichen Wasserfallwerkes Aufschluß.[3]) Aus dem neuesten, im Spätsommer 1926 erschienenen Bericht über das Jahr 1925 seien hier zwei graphische Darstellungen samt den dazugehörigen Zahlenreihen wiedergegeben.

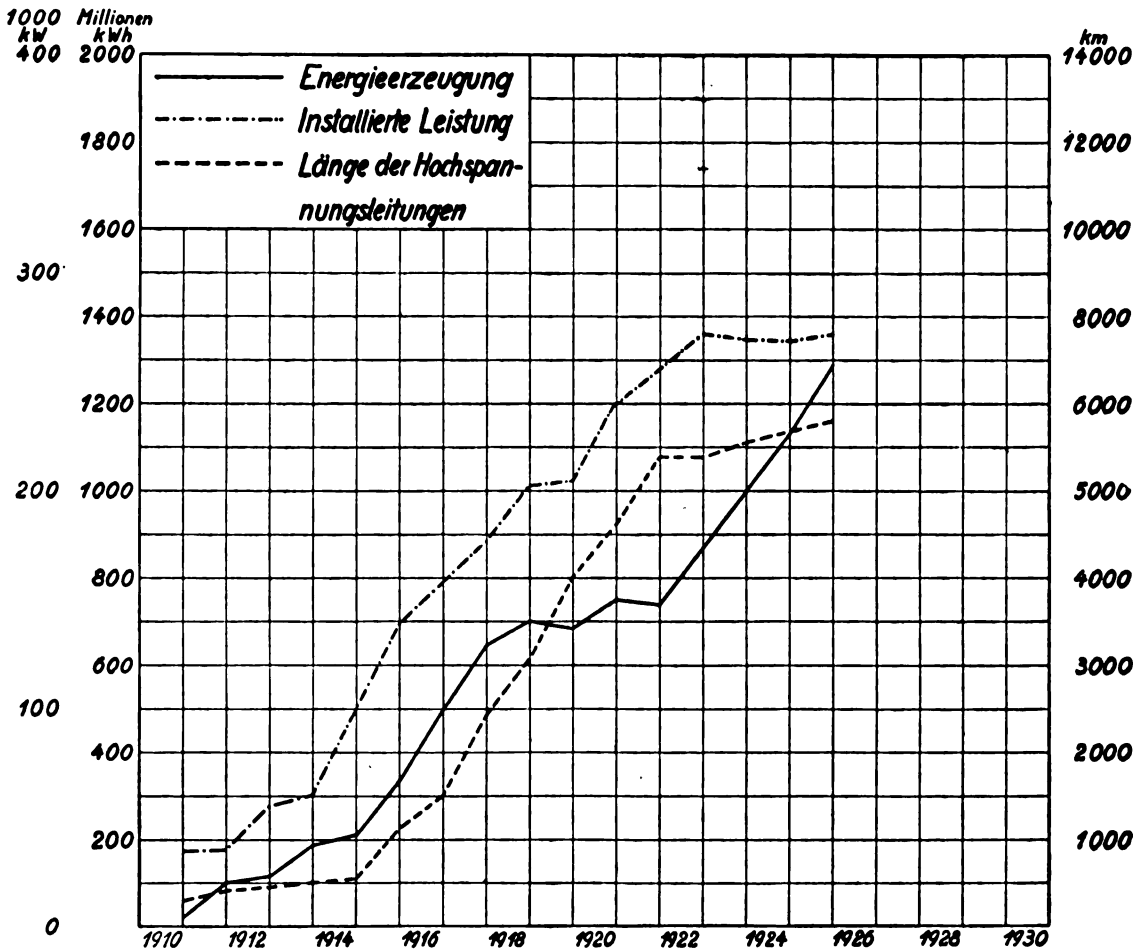


Abb. 1. Graphische Darstellung der Energie-Erzeugung, der installierten Leistung und der Länge der Hochspannungsleitungen der sämtlichen (staatlichen) Kraftwerke für die Jahre 1910—1925 (Jahresbericht S. 5).

Danach betrug die Gesamt-Energie-Erzeugung der staatlichen Werke 1925 rund 1260 Millionen kWh. Hiervon entfallen auf:

allgemeine Versorgung	rund 510	Mill. kWh
Eisenbahn	„ 70	„ „
große Papierfabriken, Zellulosefabriken, Gruben u. ä.	„ 225	„ „
elektrochemische u. elektrothermische Zwecke	„ 350	„ „
Dampferzeugung in elektrischen Kesseln	„ 105	„ „

Die Länge der staatlichen Hochspannungsleitungen, d. h. der Leitungen von der Stammleitung mit 130 kV bis herunter zur Ortsleitung mit 1,5 kV betrug Ende 1925 rund 5800 km.

Seit Ende 1922 sind installierte Leistung und Länge der Hochspannungsleitungen nur wenig mehr gewachsen, dagegen ist die Energie-Erzeugung von Ende 1922 bis Ende 1925 ungefähr auf das anderthalbfache gestiegen.

Die Entwicklung der finanziellen Betriebsergebnisse seit dem Jahre 1910 veranschaulicht die Abb. 2.

Das in den im Jahre 1925 betriebsfertigen staatlichen Kraftanlagen (Trollhättan, Aelvkarleby, Motala, Västerås, Porjus) samt dem staatlichen Verteilungsnetz (Västra stamlinjen) investierte Kapital betrug nach dem Jahresbericht rund 189 Mill. Kronen. In dieses Kapital ist eingerechnet der Wert der in diesen Anlagen ausgebauten, dem Staate seit alten Zeiten gehörenden Wasserfälle, der mit 19 Mill. Kronen veranschlagt ist. Die Betriebsergebnisse dieser Kraftwerke zeigen für das Jahr 1925 folgendes Bild:

Bruttoeinnahmen	rund 20,4 Mill. Kronen
Betriebskosten	„ 8,7 „ „
Ueberschuß	„ 11,7 „ „
prozentuale Verzinsung des investierten Kapitals	6,17 v. H.

Der Ueberschuß ist ein Rohüberschuß. Er ist einfach errechnet durch Abzug der „Betriebskosten" von den „Bruttoeinnahmen". In den „Betriebskosten" stecken die Rücklagen für den Erneuerungsfonds, dagegen nicht die Ausgaben für den Zinsendienst. Die prozentuale Verzinsung des investierten Kapitals ist bei den einzelnen Werken ganz verschieden. Sie schwankt zwischen 7,17 v. H. (Trollhättan) und 2,88 v. H. (Motala). Diese einzelnen Prozentzahlen besagen jedoch kaum etwas über die wirkliche Rentabilität des einzelnen Kraftwerkes. Denn die Gewinn- und Verlustrechnungen enthalten gewisse Ausgleichsposten zwischen den einzelnen Werken. Ein richtiges Bild gibt nur die Durchschnittsverzinsung des in sämtlichen staatlichen Kraftwerken angelegten Kapitals. Diese Durchschnittsverzinsung des investierten Kapitals betrug, wie erwähnt,

[3]) Sveriges Officiella Statistik, Statens Vattenfallsverk år 1925 av Kungl. Vattenfallsstyrelsen.

Digitized by Google

1925 für die genannten betriebsfertigen Kraftwerke 6,17 v. H. Rechnet man auch die noch nicht betriebsfertigen, im Bau befindlichen Anlagen — wie dies in der graphischen Darstellung geschieht — mit ein, so sinkt die Verzinsung für 1925 auf 5.21 v. H. Werden indes die vor dem Ausbau und während des Baues der Anlagen aufgelaufenen Zinsverluste berücksichtigt,

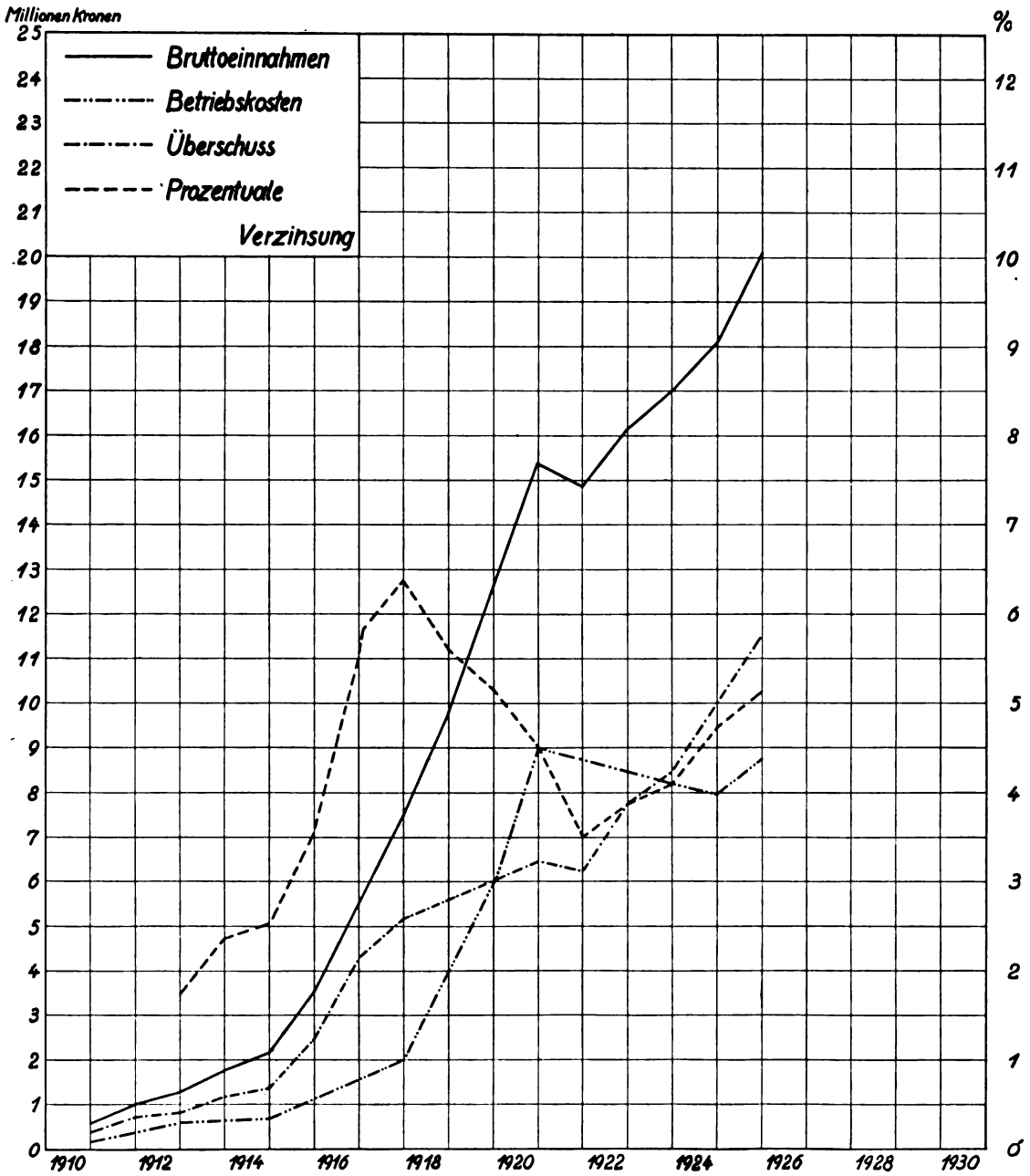


Abb. 2. Graphische Darstellung des Betriebsergebnisses sämtlicher (staatlicher) Kraftwerke für die Jahre 1910—1925 (Jahresbericht S. 6).

so ergeben — nach den mir von der Kgl. Wasserfallverwaltung freundlichst zur Verfügung gestellten schriftlichen Unterlagen — die betriebsfertigen Kraftwerke 1925 nur eine Verzinsung von 5.85 v. H. Werden alle Rentenverluste an den vom Reichstag zur Verfügung gestellten Kapitalien einbezogen, dagegen die Werte der alten staatlichen Wasserfälle nicht berücksichtigt, so ergibt sich für 1925 ein Ueberschuß von 4,85 v. H., während die Kapitalkosten, die von diesem Ueberschuß mindestens gedeckt werden sollten, 5.16 v. H. ausmachen.

Dieses Ergebnis gibt zu denken. Um so mehr, wenn man sich die günstigen technisch-wirtschaftlichen Verhältnisse der staatlichen Kraftwerke Schwedens klar macht. Nach den Mitteilungen, die Oberdirektor Borgquist von der Kgl. Wasserfallverwaltung im September vorigen Jahres auf der Weltkraftkonferenz in Basel geben ließ[4]), kostet in den staatlichen Werken des Zentralblocks an den Generator-Sammelschienen 1 kWh 0,87 Öre = 0,97 Pf. Sämtliche Kraftstationen des sog. Zentralblocks — d. h. der vier zusammengeschlossenen Wasserkraftwerke Trollhättan, Lilla Edet, Aelvkarleby und Motala samt der Dampfzentrale Väste ås — haben heute bereits 24stündigen Wasserausgleich; ihre jährliche Benutzungszeit beträgt im Durchschnitt 6500 Stunden. Diese relativ vollständige Ausnutzung der Wasserkraft beruht — nach Borgquist — teilweise darauf, daß die Verbrauchskurve durch den Anschluß

[4]) Enström, Axel F., Wasserkraft und Dampfkraft in Schweden. Berichterstattung Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel 1926. Bd. II. S. 33.

Digitized by Google

verschiedener Abnehmer von Saisonenergie für Holzschleifereien, Kieseleisenwerke und elektrische Dampfkesselanlagen ausgeglichen wird; aber außerdem, betont Borgquist ausdrücklich, ist die sehr gute Ausnützung der Naturkraft darauf zurückzuführen, daß die Wasserkraftanlage durch eine gemeinschaftliche Dampfkraftstation (Västerås) vervollkommnet wird.

Daß die staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens trotz dieses bis heute wenig günstigen betriebswirtschaftlichen Ergebnisses im ganzen gesehen und auf lange Sicht volkswirtschaftlich und staatswirtschaftlich durchaus gesund ist, steht außer jedem Zweifel. Es mag wohl sein, daß die schwedische Privatindustrie die lebhafte Betätigung des Staates gelegentlich mit einem gewissen Unbehagen empfindet. Aber so lange der Staat sich wie bisher von jeder Monopolbestrebung fern hält, liegt in dem Nebeneinander der verschiedenen Unternehmungs- und Betriebsformen nur ein gesunder Anreiz zu lebendiger Entfaltung.

Das beste Zeugnis für die schwedische Wasserkraftpolitik gibt übrigens die jüngste Entwicklung der Elektroindustrie Schwedens: die schwedische Elektroindustrie hat in den letzten Jahren die Einfuhr aus dem Auslande in einer Reihe von Produkten eingeschränkt oder ganz überflüssig gemacht und hat selbst schon beträchtliche Ausfuhren zu verzeichnen (z. B. Generatoren, Motoren, Transformatoren, Widerstände oder Schalttafeln).

Auch in der vielumstrittenen Frage der Preistarifpolitik, auf die hier leider nicht eingegangen werden kann, hat die staatliche Wasserfallverwaltung durch ihr einleuchtendes System von Primastrom, Sekundastrom, Tertiastrom die Entwicklung zweifellos gefördert.

Freilich haben sich auch in der staatlichen Wasserkraftwirtschaft Schwedens nicht alle Hoffnungen erfüllt: so ist der technisch großartig angelegte, aber wirtschaftlich — mangels industrieller Großabnehmer — bis auf weiteres undurchführbare Ausbau des Harsprånget nach aller Wahrscheinlichkeit auf Jahrzehnte eingestellt, und die 9 Mill. Kronen, die dieses Unternehmen gekostet hat, sind zum größten Teil für immer verloren.

Die volkswirtschaftliche Zweckmäßigkeit des weiteren Ausbaues der Wasserfälle im oberen Norrland gilt heute, auch in der staatlichen Wasserfallverwaltung, als eine Frage ferner Zukunft. Die Frage wird, nach den Erklärungen der Wasserfallverwaltung[5]), ganz davon abhängen, ob in Norrland an Ort und Stelle eine elektrochemische und eine elektrothermische Industrie entwickelt werden kann, oder ob die technisch-wirtschaftlichen Fortschritte in der Fernleitung eine Kraftübertragung nach dem mittleren und südlichen Schweden und eine etwaige Energieausfuhr nach Dänemark zu angemessenen Kosten ermöglichen.

Ja selbst bezüglich der Verwendung der Elektrizität für Haushaltzwecke ist der Chef der staatlichen Wasserfallverwaltung, Generaldirektor Hansen, wenig optimistisch[6]): die ganz elektrischen Küchen, meint Hansen, hätten bis jetzt nur da Erfolg gehabt, wo ganz bestimmte Bedingungen gegeben seien. Für allgemeines Heizen der Wohnungen sei die elektrische Kraft in Schweden zu teuer im Vergleich zu Holz oder anderem Brennmaterial, und deshalb werde die elektrische Heizung in den Häusern wahrscheinlich niemals allgemeiner Brauch werden.

Nach Auffassung der staatlichen Wasserfallverwaltung wird die künftige Entwicklung der schwedischen Kraftanlagen deshalb wahrscheinlich hinzielen auf Vervollkommnung und Verdichtung des großen Zentralkraftblocks. Die Entwicklung wird voraussichtlich anstreben eine planmäßige Zusammenarbeit und rationelle Ausnutzung der vorhandenen Quellen mit Hilfe von Wasserspeichern und im Verein mit Wärmekraftanlagen als Ergänzung und Reserve.

Aber abgesehen von diesen besonderen schwedischen Verhältnissen zeigt die staatliche Wasserkraftpolitik Schwedens eine Reihe von Erfahrungen, die auch für uns in Deutschland von Belang sind. Da sind technisch-wirtschaftliche Erfahrungen, wie etwa die Wirtschaftlichkeit planmäßiger Versorgung großer Kraftprovinzen durch ein streng geschlossenes einheitliches Verteilungsnetz; oder die Verwendung ein und derselben Stammleitung für Industriestrom und Bahnstrom (wie bei der Elektrifizierung der Eisenbahnlinie Stockholm—Göteborg); oder die Ergänzung der Wasserkraftanlagen durch Wärmekraftwerke — trotz Wasserkraftreichtum und Kohlenarmut.

Da sind betriebswirtschaftliche Beobachtungen: in erster Linie die Tatsache, daß diese staatlichen Wasserkraftwerke trotz günstigster Betriebsverhältnisse bis heute kaum ihre Kapitalkosten herauswirtschaften.

Und da sind endlich rein volkswirtschaftliche Feststellungen: vor allem die Erkenntnis der Gefahren eines überstürzten Ausbaues von Wasserkräften; eines Ausbaues, der den Bedürfnissen des Marktes zu weit vorauseilt.

Ganz besonders wichtig aber scheint die Tatsache, daß die staatlichen Wasserkraftwerke in Schweden ausgebaut sind mit Kapitalien, die ungleich niedrigere Zinsen und Tilgungskosten verlangen als die Kapitalien, die uns heute in Deutschland für solche Zwecke zur Verfügung stehen. Darin liegt meines Erachtens für uns heute der Kernpunkt der volkswirtschaftlichen Frage der Wasserkraftwirtschaft der Gegenwart. Die neueste inhaltreiche Denkschrift[7]) der bayerischen Obersten Baubehörde hat selbstverständlich durchaus recht, wenn sie im Vorwort die Schwierigkeit der Kapitalbeschaffung für den Wasserkraftausbau besonders hervorhebt. Aber zu der Schwierigkeit der Beschaffung kommt noch die Kostspieligkeit des beschafften Kapitals, die für uns in Deutschland wohl noch geraume Zeit dauern wird.

Es ist von besonderem Interesse, daß gerade ein Ingenieur, einer unserer führenden deutschen Wasserbauer, Geheimrat Soldan, die volkswirtschaftlichen Wirkungen und Bedingungen des Ausbaues der Wasserkräfte unlängst treffend gekennzeichnet hat[8]): „Große wasserwirtschaftliche Unternehmungen", meint Soldan, „sind zwar geeignet, um einem Volke Zeiten der Not zu erleichtern, aber sie können nicht zur raschen Hilfe in kurzer Zeit geschaffen werden. Ihre Verwirklichung muß in der Regel den Zeiten des Aufschwungs überlassen bleiben".

Dies Wort ist dem Volkswirt aus dem Herzen gesprochen. Denn die kapitalwirtschaftliche Gefahr eines verfrühten Wasserkraftausbaues wird zur nationalwirtschaftlichen Gefahr, wenn der Ausbau etwa gar gemacht werden muß mit ausländischen Anleihen: solche Anleihen vergrößern die auf der deutschen Wirtschaft ruhende Zins- und Rückzahlungslast gegenüber dem Ausland. Das bedeutet — wie der Reichsbankpräsident Schacht im Enquête-Ausschuß ausgeführt hat — daß unsere augenblicklich sehr günstig aussehende Zahlungsbilanz sich im Laufe der Jahre ständig verschlechtert. Wer Auslandsanleihen aufnimmt, ohne selbst in der Lage zu sein, Zinsen und Tilgung in Auslandsvaluten von

[5]) Hansen, a. a. O., S. 1328 f.
[6]) Hansen, a. a. O., S. 1349

[7]) „Wasserkraftausnützung in Bayern", herausgegeben vom Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde, Abt. für Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung. München 1926.
[8]) „Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben", herausgegeben von (Sympher † und) Soldan. Vorwort zu Bd. III, S. VI. Berlin 1925.

Digitized by Google

sich aus wieder aufzubringen, der tut dies, wie Schacht ganz richtig gesagt hat, in der Hoffnung, daß ihm die deutsche Gesamtwirtschaft diese Valuten zur Kapitalrückzahlung und zur Zinszahlung zur Verfügung stellen wird. Diese Hoffnung muß aber unbedingt trügerisch sein, da ja bei weitem nicht alle Auslandsanleihen zur Steigerung unserer Auslandsverdienste führen.

Darum ist äußerste Einschränkung in Auslandsanleihen ernsteste nationalwirtschaftliche Pflicht bei allen Kapitalanlagen, die nicht zur Steigerung unserer Auslandsverdienste und damit zur Sicherstellung der für Zinszahlung und Rückzahlung erforderlichen Devisen führen. Gegenüber dieser nationalwirtschaftlichen Notwendigkeit müssen alle Interessen, Wünsche oder Berufsideale irgend welcher Einzelner oder Gruppen zurücktreten. (W. 180.)

Die Methoden der angewandten Geophysik und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft.

Von Stadtbaurat Dr.-Ing. Erwin Marquardt, München.

(Schluß aus Heft 15, S. 204.)

5. Elastische Wellen. Die Ausbreitung elastischer Wellen in der Erde ist abhängig von den elastischen Eigenschaften jener Stoffe, aus denen sie aufgebaut ist. Im Gegensatz zu Luft und Wasser sind die Fortpflanzungsverhältnisse elastischer Wellen in der festen Erdmasse sehr verwickelte. Wenn durch Gleichgewichtsstörung im Innern eines festen Körpers elastische Wellen erregt werden, breiten sich diese als longitudinale und transversale Wellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten aus. Aus diesen Gechwindigkeiten kann man auf die elastischen Eigenschaften und die Dichte der von den Erschütterungswellen durchlaufenen Bodenschichten schließen. Die Auslösung elastischer Bodenwellen im Untergrund kann entweder aus natürlichen Ursachen (Erdbeben) oder künstlich durch Explosionen, durch Fallenlassen von Gewichten, durch periodisch bewegte, unausgewuchtet umlaufende Massen, durch Unterwasserschallsender usw. erfolgen. Eine Auswertung von Beobachtungen über die Ausbreitung von Erdbebenwellen zu geologischen Forschungen ist bis jetzt noch nicht erfolgt, obwohl schon ein reiches Beobachtungsmaterial vorliegt. Immerhin hat man aus makroseismischen Beobachtungen allgemein wichtige Schlüsse gezogen, daß zum Beispiel die zerstörende Wirkung auf hartem, insbesondere kristallinem Untergrund am geringsten ist, während junge Bildungen und insbesondere stark wasserführende Lockerböden infolge der leichteren inneren Beweglichkeit, wohl auch infolge des Entstehens von Eigenschwingungen durch Resonanz besonders große Schädigungen erleiden. Hieraus ergeben sich weitere Folgerungen für die Lage, das Material und die Bauart von Brücken, Talsperren und Hochbauten, die für Länder mit Erdbebengefahr (Italien, Japan, den Westen von Nordamerika) von besonderem Wert sind.

Bemerkenswert sind für den Baufachmann auch die Mitteilungen von Ambronn über die seismische Bodenunruhe, wie sie als Bewegungen durch Industrie und Verkehr, Wasserfälle, vulkanische Vorgänge, Sturm, schnelle Luftdruckänderungen, Brandungen, bei Frost usw. entstehen und die u. a. auch im Grundbau, Wasserleitungsbau u. dgl. eine Rolle spielen.

Die künstlichen Erschütterungen eignen sich zur Feststellung der Geschwindigkeiten elastischer Wellen in den verschiedenen Boden- und Gesteinsarten, sowie zur Analyse der geologischen Struktur der obersten Erdschichten ganz besonders, Zur Erkennung, Messung und Analyse der Schwingungsvorgänge im Boden werden die mannigfachsten seismischen Apparate nach Art der Seismographen verwendet: Verrückungs-, Erschütterungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsmesser[14]). Dabei eignen sich die seismischen Methoden besonders zur Untersuchung von geschichteten Gesteinsarten, ihrer Tiefe, Mächtigkeit und ihrem Einfallen; zur Ermittlung der Gestalt von Einlagerungen im Untergrund; von Lage und Sprunghöhe von Verwerfungen, wie dies u. a. bei der Erschließung von Tiefenwasser wichtig ist; zur Feststellung der Tiefenlage, Dichtigkeit und Gleichförmigkeit des Felsens und von Talschottern, wie dies für die Beurteilung der Standfestigkeit und Gründungstiefe für Talsperren, Brücken- und Wehrpfeiler gerade in den Alpenländern häufig notwendig wird; zur Ermittlung der für den Druckstollenbau wichtigen Elastizität des Gebirgsmaterials und des Gebirgsdrucks überhaupt, wobei jedoch auf die grundsätzlich verschiedenen Anforderungen des Tunnel- und Druckstollenbaues zu achten ist. In den Tiefenangaben lassen sich Genauigkeiten von 2 bis 4 v. H., bei den Einfallswinkeln bis zu ½° erreichen. Zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für die seismischen Aufschlußmethoden bietet auch die Erdölgeologie, der Kohlen- und Salzbergbau, sowie der Braunkohlentagbau.

6. Wärmemessungen. Aus Untersuchungen in Gruben und an Tiefbohrungen weiß man, daß in der Erdrinde ein Temperaturgefälle von innen nach außen besteht, dem ein Wärmestrom entspricht, welcher vom heißen Erdinnern gegen die Erdoberfläche hin fließt. Es beträgt die geothermische Tiefenstufe, d. h. die einem Temperaturgrad entsprechende Tiefenzunahme in Europa i. M. 32 m/Grad und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika 42 m/Grad. Die Tiefenstufe hängt in den äußeren Teilen der Erdkruste von der Wärmeleitfähigkeit der Schicht ab, in welcher sie gemessen wird. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine wechselt mit ihrem Feuchtigkeitsgehalt, mit ihrer Schichtung und Schieferung (sie ist parallel und senkrecht zur Schieferung verschieden); infolgedessen ist das Einfallen der Gesteinsschichten auch von Einfluß auf die geothermische Tiefenstufe. Weiterhin beeinflußt die Temperatur an der Erdoberfläche und deren Beschaffenheit (Geländeform, Wald, Seeflächen) die geothermische Tiefenstufe. Die Messung der Boden- und Gesteinstemperaturen erfolgt mittels elektrischer Widerstands- und Maximalthermometer nach Art der Fieberthermometer.

Die für die thermische Bodenforschung wichtigen lokalen Einflüsse, welche die normalen geothermischen Tiefenstufen stören, können u. a. sein: Einlagerungen im Boden, die infolge vulkanischer Vorgänge (Lavaströme) oder infolge ihrer Entstehung durch solche (alte Granitstöcke, Basalte) eine erhöhte Eigenwärme besitzen; Temperaturstörungen durch aufsteigende heiße Quellen oder Gase; Einlagerungen, welche selbst Wärme erzeugen, zum Beispiel durch chemische (oberhalb Kohlen- und Erdöllagerstätten, in Salzstöcken) oder radioaktive Prozesse; Einlagerungen, welche infolge ihrer von der Umgebung abweichenden Wärmeleitungsfähigkeit Störungen in der geothermischen Tiefenstufe verursachen.

[14]) Daß sich auch Mikrophone, wie sie für medizinische Zwecke konstruiert werden, zum Auffinden von Grundwasserströmen eignen, hat der verstorbene Stuttgarter Physiker K. R. Koch durch Versuche mit dem Phonendoskop bewiesen („Physikalische Zeitschrift" XII, 1911).

Digitized by Google

Als Beispiel einer für die angewandte Geologie besonders wichtigen systematischen Vermessung sämtlicher Quellen eines größeren Gebietes sei auf die der Kaiser Franz-Josefs-Hochquellenleitung der Stadt Wien durch Karrer hingewiesen.[15]) Derartige Messungen können auch, wie Ambronn erwähnt, dazu dienen, in jüngstvulkanischen Gebieten, in denen man, wie es in neuerer Zeit zum Beispiel in Italien in größerem Maßstab geschieht, die Erdwärme zur Erzeugung von Kraft verwenden will, günstigste Bohrpunkte mit möglichst kleiner geothermischer Tiefenstufe aus planmäßigen Messungen der Bodentemperaturen in Bohrlöchern von nur ganz geringer Tiefe und daher mit geringen Kosten aufzusuchen und festzulegen. In diesem Zusammenhang ist auf das von Zunker ausgebildete „Temperaturmeßverfahren zur Bestimmung der Sickerwasserverluste von Kanälen",[16]) sowie auf die für den Tunnelbauer wichtige und von Pressel stammende „Experimentelle Methode zur Vorausbestimmung der Gesteinstemperatur in Gebirgsstöcken"[17]) hingewiesen. Noch heute gehört die Frage nach der voraussichtlichen Temperatur in langen, tiefliegenden Gebirgstunneln zu den schwierigsten im Tunnelbau; von ihr, wie auch von der Wasserführung des Gebirges hängt im wesentlichen die ganze Anordnung des Tunnels, sowie die Bau- und Betriebsweise ab.

Zusammenfassend lassen sich die geophysikalischen Untersuchungsmethoden in ihrer Bedeutung für den Bauingenieur und die Wasserwirtschaft folgendermaßen kennzeichnen:

Unter den verschiedenen Untersuchungsmethoden ist jeweils diejenige zu wählen, bei welcher der zu erwartende Erfolg der Anwendung am größten ist. Die Entscheidung über die Auswahl der Methode fußt auf der Frage: In welcher mineralphysikalischer Hinsicht bestehen die größten Unterschiede zwischen dem gesuchten Stoff (Kohle, Salz, Erz, Erdöl, Wasser) und seiner Umgebung? Sind diese Unterschiede in der Dichte, in der magnetischen oder elektrischen Leitfähigkeit, in der Radioaktivität, im elastischen Verhalten oder in der Wärmeleitfähigkeit vorhanden?

Wenn die geologischen Voraussagen bei Tiefbauarbeiten so oft fehlgeschlagen haben oder die Ingenieure mit geologischen Gutachten oftmals nicht viel anfangen konnten, so waren daran nicht immer die Geologen oder ihr mangelndes technisches Verständnis schuld. Vielmehr ließ es der Ingenieur nicht selten an einer bestimmten Fragestellung fehlen, um auf diese Weise möglichst wenig Verantwortung auf sich zu nehmen. Der Ingenieur muß dem Geologen nicht nur sagen, worauf es ihm ankommt, sondern er muß ganz bestimmte Fragen an ihn richten. — So auch bei geophysikalischen Aufschlußarbeiten. Man wird bei ihnen durch weitgehende geologische und hydrologische Vorarbeiten die im Einzelfalle zutreffende Aufgabenstellung möglichst eng umschreiben und darnach die Auswahl und Ansetzung der Methode und geologische (qualitative) Deutung der rein physikalischen (quantitativen) Meßergebnisse vornehmen. In vielen Fällen wird man auch durch Probemessungen an in der Nähe aufgeschlossenen Stellen (Steinbrüche, Tagebaue, Schächte) den Beweis für die Anwendbarkeit der gewählten Meßmethode erbringen können.

Es wäre verkehrt, von den geophysikalischen Untersuchungsmethoden mehr zu verlangen, als sie zu leisten vermögen. Sie dürfen und können — wie Ambronn betont — niemals eine völlig selbständige Stellung einnehmen, sondern sollen immer nur ein Hilfsmittel für den praktischen Geologen bilden, um den Umfang und die Reichweite seines Erfahrungsmaterials zu vergrößern, ihm auf instrumentellem Wege Kenntnisse zu vermitteln, die seinen Sinnen unmittelbar nicht zugänglich sind, um ihm so eine größere Sicherheit in seinem Urteil zu ermöglichen. Es handelt sich hier um eine junge und in weiten Grenzen ausbaufähige Wissenschaft, die neben den exakten Methoden der Mineralphysik auf die Erfahrungen bei praktisch-geologischen Arbeiten angewiesen ist. Es kann sich also bei der Anwendung geophysikalischer Aufschlußmethoden keineswegs darum handeln, die entsprechenden Folgerungen ohne den Hydrologen oder Geologen zu ziehen; namentlich aber können die physikalischen Arbeitsmethoden keinen Ersatz der geologischen und hydrologischen Vorarbeiten und der stets unentbehrlichen Bohrungen bilden. Sie könen und wollen vielmehr nur eine Ergänzung und Erweiterung derselben, nicht verbürgte Nachweise, sondern nur wegzeigende Hinweise sein, mit deren Hilfe die Vorarbeiten manchmal vereinfacht und verbilligt, stets jedoch zuverlässiger gestaltet werden können. Der Bauingenieur wird auch dann noch Nutzen aus den Hinweisen der geophysikalischen Untersuchungsmethoden ziehen, wenn sie ihm nur angeben, an welchen Stellen zweckmäßig Schürfungen oder Bohrungen anzusetzen sind, um den gewünschten Aufschluß über die örtlichen Untergrundverhältnisse zu bekommen, wie zum Beispiel bei der Ermittlung der Lage und dem Verlauf von Verwerfungen. Immer aber sollte man die Richtigkeit der geophysikalischen Aufschlußarbeiten durch Bohrungen nachprüfen.

Da die geophysikalischen Aufschlußmethoden bisher vornehmlich durch private und darum wirtschaftlich eingestellte Erwerbsgesellschaften[18]) entwickelt worden sind, so sind die meisten Veröffentlichungen über praktisch ausgeführte Arbeiten aus begreiflichen Gründen sehr lückenhaft. Abgesehen davon werden bei der Bearbeitung der einzelnen Probleme die wissenschaftlichen Interessen durch die wirtschaftlichen Rücksichten zurückgedrängt. Mißerfolge werden natürlich ebenso verschwiegen, wie die Mitteilung des Wesentlichen gegenüber dem Nebensächlichen in solchen Veröffentlichungen unterbleibt. Eine kritische Bewertung dieser Methoden ist daher heute noch nicht möglich. Wenn auch die Angaben der Instrumente zahlenmäßige und von Willkür freie Größen sind, so ist doch strengste Kritik an den Grundlagen und der Ausführung solcher Arbeiten dringend notwendig, um bei den ständig wechselnden und sich nie wiederholenden Verhältnissen des geologischen Baues der Erdrinde vor Fehlschlägen und Enttäuschungen sicher zu sein.

Der uralten, wenn auch nicht mehr „okkulten", so doch noch immer rätselhaften und viel gescholtenen Wünschelrute ist in den wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden der Geophysik ein Wettbewerber erwachsen, dem größere Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit eigen ist, als jener. Der heute noch bestehende Hauptmangel der Wünschelrute, daß wir bis jetzt keine Möglichkeit besitzen, die Art der Ausschläge und Empfindungen des Nervensystems zuverlässig zu deuten und subjektive Störungs- und Fehlerquellen auszuschalten, kennzeichnet sie als ein heute noch wenig zuverlässiges Instrument. Es wäre dringend zu wünschen, daß die psycho-physiologischen und physikalischen Grundlagen des Phänomens „Wünschelrute" endlich durch exakte wissenschaftliche Versuche an geeigneten, das heißt erfahrenen und gewissenhaften Wünschelrutengängern in gemeinsamer Arbeit mit Physikern, Physiologen, Psychologen und Geologen unter-

[15]) Abhandlungen der k. u. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1877.

[16]) Vergl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1922, Nr. 3, 4 und 6. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.

[17]) Vergl. Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1912 und „Fortschritte der Technik", Beilage der „Münchner Neueste Nachrichten" vom 11. 2. 1923.

[18]) Es seien genannt: „Elbof"-Piepmeyer, Abt. f. geophysikalische Bodenforschung, Kassel-Wilhelmshöhe; „Seismos", Gesellschaft m. b. H. zur Erforschung von Gebirgsschichten und nutzbaren Lagerstätten, Hannover, Gellertstr. 25 A; „Exploration"-Berlin.

Digitized by Google

sucht würden. Dann würden sich auch mehr Ingenieure finden, die die Hilfe der Wünschelrute in Verbindung mit den erprobten hydrologischen Arbeitsmethoden in Anspruch nehmen und durch praktische Versuche[19]) an der Klärung und Förderung des Wünschelrutenproblems mitarbeiten würden. Zwischen Geophysik und Wünschelrute besteht eine gewisse Verwandtschaft.[20]) Wie bei jener lassen sich offenbar auch mittels dieser solche Körper nachweisen, die physikalisch und stofflich sich am meisten von ihrer Umgebung abheben. Wie bei der Geophysik gilt aber auch für die Wünschelrute: Dem Anwenden muß das Erkennen vorausgehen.

Das junge Arbeitsgebiet der angewandten Geophysik bildet jedenfalls ein wertvolles Glied in der sich immer dichter schließenden Kette der zunehmenden Befruchtung der Technik durch die Naturwissenschaften.[21]) Nach dem sieghaften Aufstieg der Technik in den letzten Jahrzehnten kann man ihr nichts Besseres wünschen als eine Vertiefung und weitere Ausgestaltung ihres naturwissenschaftlichen Geistes. (W. 938)

[19]) Z. B. Zuziehung von Wünschelrutengängern vor dem Ansetzen von Brunnenbohrungen, bei denen die Lage des Brunnens bis zu einem gewissen Grad gleichgültig ist, wo aber durch das Anfahren eines gröberen Kiesgerinnes, in dem i. d. R. fließende Wasseradern laufen, Ersparnisse in den Brunnenkosten (Röhren- anstatt Filterbrunnen) zu erzielen sind. — Vgl. auch den Aufsatz des Verfassers in „Der Bauingenieur" 1926, Heft 52: „Die Sickerungserscheinungen an der Brüxer Talsperre und ihre Aufdeckung mit Hilfe der Wünschelrute."

[20]) Vergl. auch „Grundwasserströmungen und menschliches Nervensystem". Von M. Sperlings, jetzt Gilching bei München. „Wasser und Gas" 1921, Nr. 26.

[21]) Hierher gehört z. B. auch Terzaghi: „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage", Leipzig und Wien 1925, und Spataro: „Idraulica teorica e sperimentale", Bd. 1—3, Mailand 1924.

Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N.

Von Baurat a. D. A. Baumann.

(Fortsetzung aus H. 15, S. 209.)

Das Druckrohr (Abb. 6) stellt eine bemerkenswerte Ausführung dar, weil es bei fast 30 m statischem Druck und einem lichten Durchmesser von 1.80 m aus Eisenbeton hergestellt ist. Die größte derartige Anlage in Deutschland ist wohl beim Glambockwerk bei Stolp in Pommern im Betrieb, wo der obere Teil der Druckleitung als Doppeleisenbetonrohr von 1.10 m l. W. bei einer Länge von 277 m ausgeführt ist. Der ruhende Druck beträgt rund 27 m. Die Erfahrungen die am Glambockwerk mit den Eisenbetonrohrleitungen gemacht worden waren, und die vor dem Bau des Itterwerkes bekannt waren, klangen nicht sehr erfreulich. Dort zeigten sich nach Inbetriebnahme der Rohre Risse, die durch Einstemmen von Bleiwolle und Vergießen mit Zementmörtel gedichtet werden mußten, und in den ersten Betriebsjahren so stark waren, daß sie zu zeitweisen Betriebseinstellungen zwangen. Bemerkenswert ist, daß diese Risse Querrisse waren und hauptsächlich auch in der Folgezeit noch in der kalten Jahreszeit, Dezember und Januar, auftraten. Die Betonierung des Rohres war in der warmen Jahreszeit erfolgt. Daher wurden strenge Vorschriften für diese Ausführung erlassen und nur bestes Material verwandt. Vor allem wurde das Betonieren in der kalten Jahreszeit ausgeführt, und zwar im Dezember, Januar und Februar 1922 bei Temperaturen um Null Grad, auch bei leichtem Frost. Diese Maßnahme wurde getroffen, damit die Zugspannungen im Rohre durch Einwirkung der Temperatur möglichst klein bleiben und die Temperatureinflüsse — bei meist wärmerem Wetter — nur Druckspannungen längs des Rohres auslösen. Die Bewehrung bestand aus Siemens-Martin-Stahl von einer Bruchfestigkeit von 7000 kg/cm², welcher bedeutend geringere Dehnungen aufweist als das gewöhnliche Moniereisen. Die Beanspruchung der Armierung überschritt im allgemeinen nicht die Zahl von 1000 kg/cm² und bei den ungünstigsten Annahmen nicht 1200 kg/cm². Das Rohr ist doppelt armiert; die Wandstärke beträgt ohne Putz je nach Wasserdruck 12 bis 16 cm.

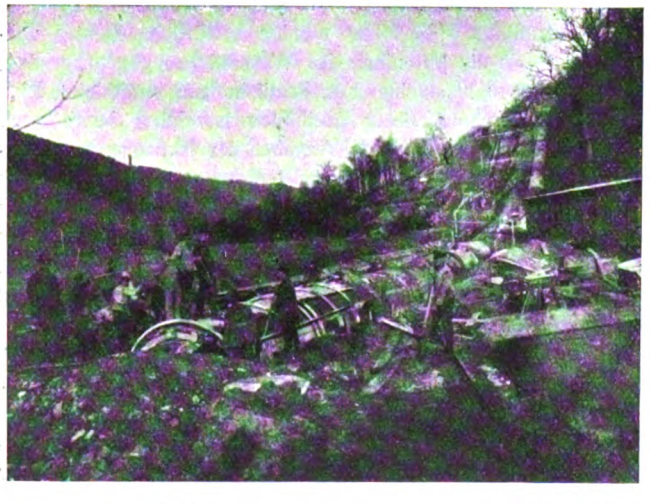


Abb. 7. Itterwerk. Betonieren des Druckrohres. Blick nach dem Wasserschloß.

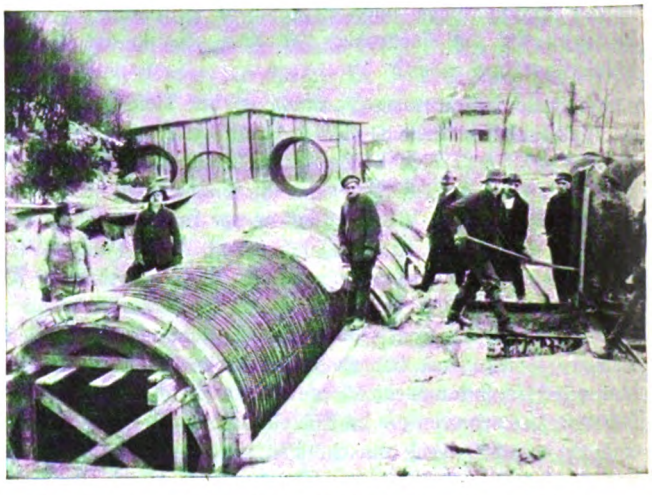


Abb. 8. Itterwerk. Betonieren des Druckrohres. Blick nach dem Krafthaus.

Das Zuschlagsmaterial bestand aus: 1 Raumteil Dykerhoff-Zement, 1/10 Kalk, 1½ Rheinsand und 3 Porphyrgrus. Alle Materialien wurden gedeckt gelagert, und vor dem Mischen auf Blechen mäßig angewärmt, auch wenn die Temperatur über Null war. An keinem Tage, auch wenn es nur mäßig kalt war, wurde vor 11 Uhr vormittags mit dem Betonieren begonnen (Abb. 7 und 8). Betoniert wurde in Schüssen von je 4 m Länge; jedes betonierte Rohrstück blieb dreimal zwölf Stunden in der Schalung. Nach Ausschalung wurde es mit Strohmatten abgedeckt, über welche zum Schutze gegen Wasser Dachpappe gelegt wurde. Diese Abdeckung

Digitized by Google

verblieb mindestens sechs Tage. Im Innern des Rohres wurde ständig nach Arbeitsschluß ein mäßiges Koks- oder Holzkohlenfeuer unterhalten. Die Betonierstöße waren im allgemeinen bei Anfügen der nächsten Rohrstrecke zwei bis drei Tage alt. Aeltere Stöße, die sich durch Unterbrechungen infolge des Wetters oder infolge anderer Umstände ergaben, wurden mit Manschetten aus Eisenbeton gedeckt.

Die Rohrtrasse zeigt vom Wasserschloß ab zunächst ein steiler abfallendes Stück von etwa 60 m Länge bis zum Fuße des Berghanges. Von hier bis zur Itter fällt es mäßig ab. Die Itter selbst wird durch einen Düker aus Eisenblechrohren von 6 mm Stärke unterfahren, der mit Beton ummantelt ist. An diesem Dükerrohr ist das Eisenbetonrohr angeschlossen. Es übergreift das Eisenrohr etwa 2 m lang; außerdem sind zur guten Verbindung Winkelringe angeordnet.

Das Eisenbetonrohr wurde nach seiner Herstellung mit Wasser gefüllt und mit dem statischen Druck abgedrückt, ehe der Innenputz aufgebracht war. Es geschah dies, um etwaige bleibende Dehnungsrisse im Beton des Rohres hervorzurufen, ohne daß der Innenputz dadurch in Mitleidenschaft gezogen werde. Es zeigte sich bei diesem Probedruck, daß fast an allen Betonierstößen geringe Undichtigkeiten auftraten, und zwar meist im Rohrscheitel. Strahlbildung wurde nirgends beobachtet. Das Rohr blieb mehrere Tage unter Druck; während dieser Zeit betrug der Wasserverlust durch die Rohrundichtigkeiten 0.15 lit/sek. Das Auftreten der Undichtigkeiten, hauptsächlich am Rohrscheitel, dürfte dadurch zu erklären sein, daß hier der dünnflüssige Beton nicht mehr so stark durch seine eigene Schwere zusammengepreßt wurde wie unterhalb des Scheitels. Ferner wurde beobachtet, daß das Alter der Betonierungsfugen keine nennenswerte Rolle spielte; denn die älteren Fugen zeichneten sich durchaus nicht durch größere Undichtigkeiten aus. — Nach Ablassen des Wassers wurde das Rohr innen mit einem guten doppelten 2 cm starken Putz und sodann mit einem dreimaligen Inertolanstrich versehen. Als darauf die endgültige Füllung erfolgte, waren die meisten Undichtigkeiten verschwunden. Geringe Schweißstellen dichteten sich allmählich von selbst. Für Wasserschloß, Rohrbahn, Leerschuß und Düker waren insgesamt etwa 2500 cbm Bodenmassen zu bewegen und rund 1400 cbm Beton und Eisenbeton herzustellen.

(W. 299.) (Schluß folgt.)

Abb. 11. Längsschnitt durch das Druckrohr.

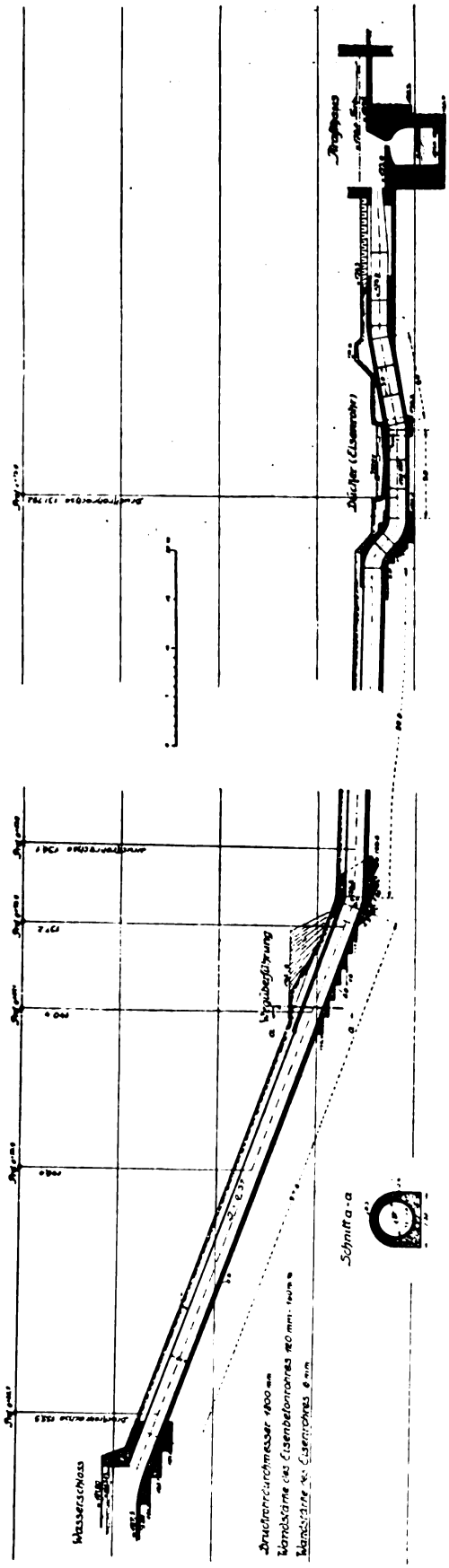


Abb. 6. Itterwerk. Druckrohr.

Berichtigung.

In vorigem Heft auf S. 208 ist durch ein technisches Versehen die Abb. 5 falsch eingestellt worden.

Wir wiederholen nachstehend das Bild in richtiger Lage, an der linken Böschung ist die Einbruchstelle vor der Leiter sichtbar.

Abb. 5. Itterwerk. Einbrüche im Oberwasserkanal nach der ersten Füllung.

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Elektrischer und Dampfbetrieb der Schweizerischen Bundesbahnen.

In der Schweiz werden Ende 1927 insgesamt 1460 km (etwa die Hälfte) der S.B.B.-Linien elektrisch betrieben werden. Im Jahresdurchschnitt 1927 werden entsprechend dem Fortschreiten des Ausbaues etwa 1150 km (40%) des gesamten Netzes elektrisiert sein, wobei etwa 65% des gesamten Verkehrs in Brutto-tkm elektrisch befördert werden.

Wesentliche Ersparnisse bringt die gegenüber den Dampflokomotiven hinsichtlich des Zuggewichtes um etwa 40% erhöhte Leistung der elektrischen Lokomotiven bei außerdem geringeren Fahrzeiten. Der erhöhten Schienenabnutzung, insbesondere in den Kurven, infolge des höheren Gewichtes der Elektrolokomotiven wird erfahrungsgemäß entgegengehalten, daß auch die Dampflokomotiven ständig leistungsfähiger und schwerer werden müßten und die gleichen Nachteile ergäben. Größer ist aber der Vorteil, der in der Erhöhung der Lebensdauer des Oberbaues in den Tunnels, ferner in der besseren Erhaltung und längeren Lebensdauer aller Eisenkonstruktionen, Brücken, Hallendächer, Gebäude usw. besteht.

Der auf Grund der bisherigen Erfahrungen aufgestellte Betriebsvoranschlag einmal für den elektrischen Betrieb im erwähnten Umfang und zum Vergleich für restlosen Dampfbetrieb ergibt in den Betriebsausgaben zugunsten des elektrischen Betriebes eine Minderung von rund 19 Millionen schw. Fr. und die Gewinn- und Verlustrechnung zwischen beiden Betriebsarten weist einen Ueberschuß von rund 1,7 Millionen schw. Fr. zugunsten des elektrischen Betriebes auf, wobei noch die indirekten Vorteile des elektrischen Betriebes und der Umstand, daß ein großer Teil der Elektrisierung zu den überteuerten Preisen der Kriegszeit und ersten Nachkriegszeit geschaffen wurde, außer acht gelassen ist. (Schweizerische Wasserwirtschaft 1927, Heft 1.) (W. 968.)

Arbeits-Grenzpreis für Elektrochemie.

Heute betrachten wir die Elektrochemie als eine notwendige Ergänzungsindustrie zur Ausnützung überschüssiger Sommer- und anderer Kraft. Besonderes Interesse verdient diese Industrie, weil der Stromverbrauch stark ins Gewicht fällt, wie aus einer Aufstellung von Reindl im Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 381 über „Arbeitsverbrauch, Rohstoffe und Energiekosten wichtiger, insbesondere elektrochemischer und elektrothermischer Verfahren" hervorgeht.

Es ist bekannt, daß die Elektrochemie vornehmlich überschüssige Energie verwendet. Nach dem Strompreis, der bezahlt werden kann, richtet sich auch das zulässige Anlagekapital, wie nachstehende Berechnung zeigt.

	Dauerwerk	Ueberschusswerk
1. Auslagen für Strom: Anschlusswert in kW × durchschnittlicher Benützung stund. × Strompreis	$a \cdot H \cdot \frac{p}{100}$	$A \cdot h \cdot \frac{p}{100}$
2. Auslagen für Zins: Anschlusswert in kW × Anlagekosten für 1 kW × Prozentsatz Zins und Tilgung.	$\frac{a \cdot K \cdot n}{100}$	$\frac{A \cdot K \cdot n}{100}$
Jährliche Auslagen	$\frac{a \cdot H \cdot P}{100} + \frac{A \cdot K \cdot n}{100}$	$\frac{A \cdot h \cdot p}{100} + \frac{A \cdot K \cdot n}{100}$

Nun ist $a \cdot H = A \cdot h$

$$\frac{a}{100}(H \cdot P + K \cdot n) = \frac{a \cdot H \cdot h \cdot p}{h \cdot 100} \; \frac{a \cdot H \cdot K \cdot n}{b \cdot 100}$$

$$H \cdot P + \cdot K n = H \cdot p + \left(\frac{H \cdot K \cdot n}{h}\right)$$

$$H \cdot P - H \cdot p = \left(\frac{H \cdot K \cdot n}{h}\right) - K \cdot n$$

$$H \cdot (P - p) = K \cdot n \left(\frac{H - h}{h}\right)$$

$$K = (P - p) \cdot \left(\frac{H \cdot h}{n\,(H - h)}\right)$$

Ein Vorteil ergibt sich nur, wenn

$$K < \frac{P - p}{H - h} \cdot \frac{H \cdot h}{n}$$

Beispiel:

$H = 8000$ Std. $\quad n = 10\%$

$h = 2000$ Std. $\quad P = 3$ Cts./kWh

$p = 1{,}5$ Cts./kWh

$$K \cdot \frac{1{,}5}{6000} \cdot \frac{16.000.000}{10} = 400 \cdot - \text{Fr./kW.}$$

Bei $p = 2$ Cts. dürfte die Anlage der Fabrik nicht mehr als

$$K \cdot \frac{1 \cdot 16{,}000.000}{6000 \cdot 10} = 266.- \text{Fr./kW}$$

kosten, wenn dem Anschluß an das Ueberschußwerk der Vorzug gegeben werden soll. Bei $p = 1 : 535.-$ Fr./kW.

Man sieht daraus, daß der Preis des Stromes für das Zustandekommen einer elektrochemischen Industrie von großer Bedeutung ist.[1]) (W. 171.)

Die Energieversorgung Rußlands.

Das russische Reich verfügt nach neueren Schätzungen über rund 20 Mill. Pferdestärken an Wasserkräften (hiervon 3 Mill. in Europa), von denen zu Kriegsbeginn kaum eine halbe Million Pferdestärken ausgebaut waren. Das neue Elektrisierungsprogramm der Sowjetrepublik sieht den Ausbau von 30 Ueberlandkraftwerken, darunter 10 mit Wasserkraft betriebene Anlagen, vor. Die vor kurzem vollendete erste Großwasserkraftanlage am Wolchowflusse[1]) dient zur Stromversorgung von Leningrad (St. Petersburg) und enthält 8 Turbineneinheiten zu 10 000 PS mit vertikaler Welle bei 10 bis 12 m Nutzgefälle und 2 Hilfsmaschinensätze für Eigenbedarf von je 1400 PS Leistung. Die erzeugte Energie wird auf 135 km Entfernung durch eine 110 000 V-Hochspannungsleitung nach der ehemaligen Reichshauptstadt übertragen und dort auf 35 000 V umgewandelt. Das Werk kann 225 Mill. Kilowattstunden jährlich liefern. Außer dieser schon fertiggestellten Anlage sowie den neuen Werken Semmo-Awtschaly (36 000 PS), Eriwan (5600 PS) und einer Anzahl von kleinen Anlagen befinden sich gegenwärtig im Bau: Adscharis-Zchali (10 000 PS) zur Versorgung von Batum im Kaukasus; Leninakau in Armenien (5000 PS); Chorasenka im Altai (1500 PS), sowie eine Anzahl kleinerer Anlagen.

Im laufenden Jahre wurden folgende Wasserkraft-Bauten bemerkenswerter Größe begonnen:

Der erste Ausbau des Dnjepr-Kraftwerkes[2]);
Swir-Kraftwerk III, Leningrad (120 000 PS);
Dsoraget in Armenien (22 500 PS);
Giseldon, Nord-Kaukasus, (30 000 PS);
Rion, Kaukasus (40 000 PS).

[1]) Aus „Schweizerische Technische Zeitschrift", 1927, H. 21, S. 353. P. Belgeri, Das Kraftwerk Monte Piottino.
[1]) Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 149.
[2]) Diese Zeitschrift, 1926, Heft 11, Seite 120; mit 300 000 PS (voller Ausbau 650 000 PS).

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 12 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Juli 1927 — 31. Juli 1927.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
153	**Weiße Traun** 0,500 km bis 0,100 km oberhalb der korrigierten Windbachmündung	Donau, Inn Alz, Traun	Triebwerk in Schwaig	Bez.-A. Traunstein Reg.-Bez. Oberbayern	Georg Gastager in Schwaig bei Ruhpolding	0,97	3,90	40	34	Laufwerk Turbine	Sägewerk	Umbau Bereits im Gang Auswechslung eines Wasserrades gegen eine Turbine und Gefällserhöhung. Bisherige Leistung $\frac{19\ PS_a}{16\ PS_m}$
154	**Kugeltalbach** Ortsgebiet Wiesmühl bei Tittmoning	Donau, Inn Salzach, Stillbach Lanzinger Mühlbach	Obermühle in Wiesmühl bei Tittmoning	Bez.-A. Laufen Reg.-Bez. Oberbayern	Karl Garschhammer in Wiesmühl, Gemeinde Törring	0,50 0,35	4,60 4,60	25 7	10	Laufwerk 2 Francisschachtturbinen mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung des Mühlrades gegen eine Turbine. Mahlmühle und Sägewerk können nicht gleichzeitig betrieben werden.
155	**Regen** Bei Fluß km 58,400	Donau	Regenmühle bei Wiesing	Bez.-A. Roding Reg.-Bez. Oberpfalz	Georg Zierer in Wiesing	6,50	1,00	65	45	Laufwerk 2 unterschlächtige Wasserräder	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung
156	**Weißer Regen** 0,010 km bis 0,530 km unterhalb der Ortsverbindungswegbrücke zwischen Haibühl und Arrach	Donau, Regen	Spulenfabrik Gaschler in Haibühl	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Gaschler in Haibühl	1,26	3,40	46	36	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Eigenversorgung	Umbau Auswechslung eines mittelschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{23\ PS_a}{18\ PS_m}$
157	**Kollbach** Zwischen Kohlstorf und Mariakirchen	Donau, Vils	Padersberger Mühle	Bez.-Amt Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Alois Weber in Padersberg	1,595	2,30	39	22	Laufwerk 2 Turbinen	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Bereits im Gang Auswechslung zweier Wasserräder gegen 2 Turbinen Bisherige Leistung $\frac{27\ PS_a}{15\ PS_m}$
158	**Kollbach** Zwischen der Hofmühle in Arnstorf und der Sägmühle oberhalb Kohlstorf	Donau, Vils	Triebwerk in Mühlberg	Bez.-A. Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Heinrich Hausibauer in Mühlberg bei Arnstorf	1,28	2,84	36	30	Laufwerk 2 Francisturbinen mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau. Bereits im Gang Auswechslung eines Wasserrades des Sägewerkes gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{32\ PS_a}{26\ PS_m}$
159	**Lützelsteinach** Bei Untersteinach	Rhein, Main, roter Main Steinach	Triebwerk bei Untersteinach	Bez.-A. Bayreuth Reg.-Bez Oberfranken	Lichtgenossenschaft Saas, Gemeinde Untersteinach	0,08	14,16	12	7	Laufwerk 1 Banki-turbine	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Neubau

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
160	**Warme Steinach** 1 km bis 0,850 km oberhalb des Bahnhofes Warmensteinach	Rhein, Main, roter Main	Unteres Triebwerk Grenzhammer	Bez.-A. Bayreuth Reg.-Bez. Oberfranken	Holzperlenfabrik Hans Tranbl in Grenzhammer	0,096	9,60	9	6	Spitzenwerk, Tagesspeicher, mit rund 1000 cbm Nutzinhalt 1 Turbine	Eigenversorgung	Neubau
161	**Eckerbach** Bei Eggolsheim	Rhein, Main Regnitz	Obere Mühle bei Eggolsheim	Bez.-A. Forchheim Reg.-Bez. Oberfranken	Berta Zambelli in Eggolsheim	0,90	2,10	20	11	Laufwerk Turbine	Mahlmühle	Umbau
162	**Speyerbach** Bei Neustadt a. Hdt.	Rhein	Haidmühle bei Neustadt a. Hdt.	Bürgermeisteramt Neustadt a. Hdt. Reg. Bez. Pfalz	Konrad Moderey in Neustadt a. Hdt.	1,60	2,40	40	30	Laufwerk Turbine	Mahlmühle	Umbau, Auswechslung eines Zuppingerrades geg. eine Turbine 53 PS$_a$ / 25 PS$_m$ Bisherige Leistung Genehmigung besch. bereits erl.
163	**Sächsische Saale** Von der Ortschaft Unterkolzau bis zur Fattigsmühle	Elbe	Kraftwerk Fattigsmühle	Bez. A. Hof Reg. Bez Oberfranken	Otto Kraus in Hof.	6,00	2,90	183	137	Laufwerk 1 Zwillingsturbine	Noch unbestimmt; voraussichtlich Stromabgabe an Papierfabrik	Umbau Bereits im Gang, Erhöhung der Wassermengennutzung und Gefällsmehrung; Ersatz eines Wasserrades durch eine Turbine 27 PS$_a$ / 27 PS$_m$ Bisherige Leistung (W. 217.

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 24, 25 und 106 wurden in Betrieb genommen.

Der Ausbau der Wasserkräfte geht also in Rußland mit einem recht regen Tempo vorwärts. (W. 199.)

Wasserkraftausnutzung in Niederländisch-Indien.

Ende 1925 waren in Niederländisch-Indien 37 Wasserkraftanlagen für Elektrizitätserzeugung im Betrieb, von welchen 21 mit deutschen Turbinen ausgerüstet waren. Die Leistung der elektrischen Anlagen dortselbst verteilte sich nach folgender Tabelle:

Anlagen	insgesamt kW	Wasserkraft kW
öffentliche Elektrizitätswerke . .	43 200	5 600
Couvernementskraftwerke für öffentliche Versorgung . .	36 300	32 700
für Betriebe	23 400	1 600
einzelne Industrieunternehmungen und dergleichen . . zirka	64 000	14 900
	166 900	54 800

Unter den neuen Werken ist bemerkenswert das Kraftwerk Kratjak am Tjianten mit 2×5 500 kW und Oebroeg am Tjitjatih mit 2×5 400+2×200 kW zur Versorgung großer Distrikte mit 70 kV Drehstrom und gleichzeitiger Speisung der elektrischen Strecken in Niederländisch-Indien in einer Ausdehnung von etwa 120 km einfacher Länge über 4 Umformeranlagen mit 1500 V Gleichstrom. Unter den im letzten Jahre in Betrieb gekommenen Wasserkraftwerken sind Bengkok mit zusammen 3 850 kW, Plengan mit 3 150 kW und Lamadjan mit 12 400 kW zu bemerken (8. Jahresbericht 1925 des Dienst voor Waterkracht en Electriciteit in Nederlandsch-Indië.) (W. 850).

Wasserkraftanlagen.

Die Wasserkraftanlage Martin-Talsperre.

In den Vereinigten Staaten ist kürzlich die etwa 65 km nördlich von Montgomery, Alabama, am Tallapoosa-Fluß von der Alabama Power Comp. errichtete Speicherwasserkraftanlage „Martin Dam" in Betrieb genommen worden, die mit drei bereits bestehenden Laufwerken am Coosa-Fluß zusammen arbeiten soll. Eine 48 m hohe, in der Krone 230 m lange Schwergewichtsmauer von 400 000 m³ Inhalt schafft 1,7 Milliarden m³ (= rund 150 Mill. kWh) Nutzinhalt bei 18 m Absenkung. Der größte Teil der Mauerkrone wird von den 20 je 9 m breiten Hochwasserentlastungsöffnungen eingenommen. Um Auskolkungen des Mauerfußes durch die überfallenden Hochwassermengen zu verhindern ist unterhalb des Dammfußes zwecks Bildung eines Wasserpolsters eine etwa 7 m hohe Hilfsstaumauer bogenförmig angeordnet (Abb 1), eine Maßnahme, die nach den ungünstigen Erfahrungen an der Wilson-Staumauer der Muscle Shoals Anlage (umfangreiche tiefe Auskolkungen des Gründungsfelsens nach dem ersten Betriebsjahr, siehe „E.N.R.", Vol. 98, Nr. 5 v. 3. 2. 1927)[1]) sehr angebracht erscheint. Am rechten Ufer liegt dicht unterhalb der Staumauer das Krafthaus und zwischen beiden die Freiluftschalt- und Umspann-Anlage. Abb. 2 zeigt die für amerikanische Planungen charakteristische Gesamtanordnung.

Im Krafthaus sind 4 Maschinensätze in der in Amerika üblichen Anordnung mit senkrechter Welle untergebracht. Die Francis-Spiralturbinen leisten je 45 000 PS bei 40—46 m Gefälle, die Schirmgeneratoren erzeugen Strom von 12 000 V Spannung. Der Grundbau für einen vierten Maschinensatz ist vorgesehen. Die Umspannung geschieht für jeden Maschinensatz durch je drei Freiluft-Einphasentransformatoren von je 14 000 kVA, 12/110 kV, Dreieck/Stern.

Bemerkenswert ist die Baustelleneinrichtung und die Bauausführung der Anlage, über die ausführlich in „Engineering News Record", Vol. 97, Nr. 27 v. 30. Dez. 1926 berichtet wird. Abb. 1 gibt einen Ueberblick über die Gesamtanordnung der eigentlichen Baustelle, die im übrigen wegen der Abgelegen-

[1]) Wir berichten hierüber noch.

Digitized by Google

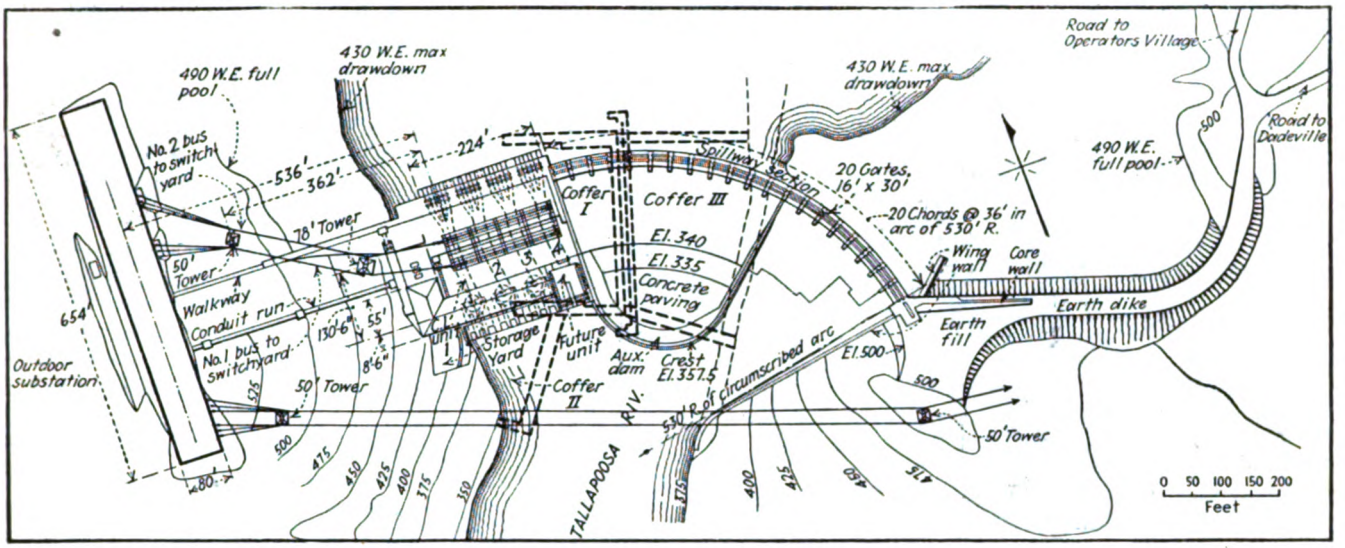


Abb. 1. Uebersichtslageplan.

heit nicht weniger als 311 Baulichkeiten umfaßte. Sowohl beim Baugrubenaushub als auch beim Betonieren der Mauer fanden im weitgehendsten Maße Derrick-Krane Verwendung. In dem Beton wurden bis zu 9% Einlagesteine eingebracht, was wesentlich zur Verbilligung der Herstellungskosten beigetragen haben soll. Wegen Einzelheiten der Baustelleneinrichtung und der Bauausführung, die sich u. a. auch auf umfangreiche sanitäre Maßnahmen (Malariagefahr) erstreckten, sei auf die interessanten Ausführungen der angeführten Quelle verwiesen. (W. 138.) Ge.

Wasserkraftmaschinen.

Neue Bauform für Schnelläuferturbinen.

Wenn man von dem Gedanken ausgeht, daß zur Erhöhung der Schnelläufigkeit, bzw. zur Erzielung höchsten Wirkungsgrades bei schnellaufenden Turbinen ein horizontales Spiralsaugrohr notwendig ist, um den Austrittsverlust möglichst zu

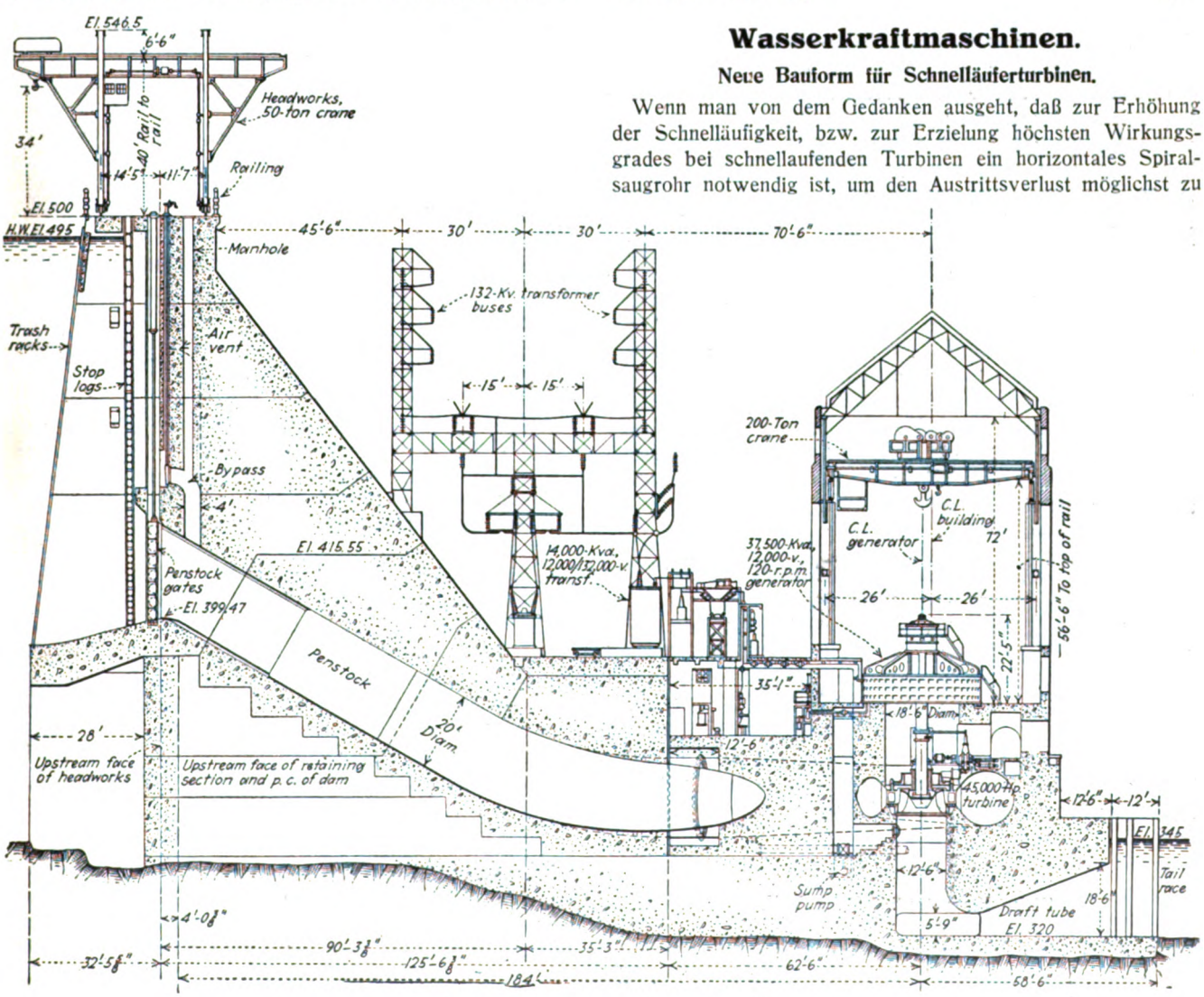


Abb. 2. Schnitt durch Staumauer, Umspannanlage und Krafthaus. Martin-Talsperre.

Digitized by Google

verringern, kann der Einbau der Turbinen nach Abbildung 1 vorgenommen werden. Der Auslauf bzw. das Saugrohr bildet dabei ebenfalls eine horizontale Spirale wie die Einlaufspirale;

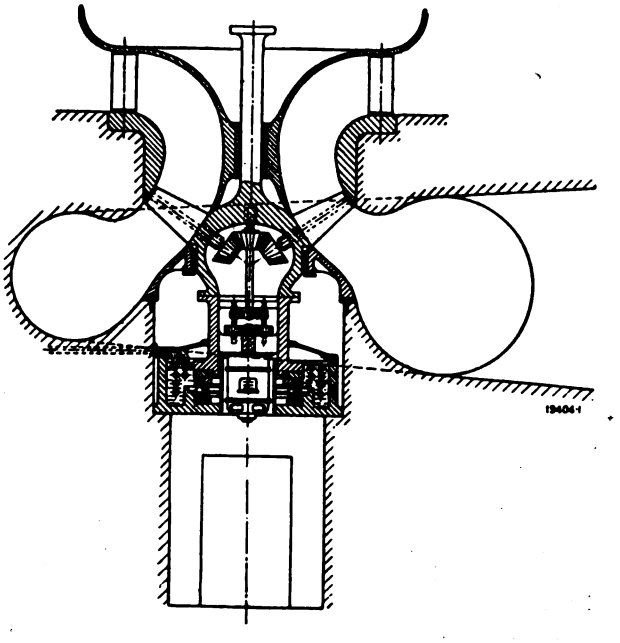


Abb. 1. Vorschlag für den Einbau einer Schnellläuferturbine.

dargestellt ist eine umgekehrte Diagonalpropellerturbine mit schräg nach außen oben verlaufenden verstellbaren Flügeln, im Prinzip also eine Kaplan-Turbine. Neuartig ist die Anbringung des Spurlagers unterhalb der Turbine in einem von unten her zugänglichen Raum und die Verstellung der Laufradschaufeln durch einen in die Spurlagernabe eingebauten ferngesteuerten Elektromotor, welcher sich mit der Welle dreht. Dadurch wird die Uebertragung der Regulierkräfte von einem feststehenden Teil auf den rotierenden Teil unter Zwischenschaltung der sonst notwendigen Drucklager erübrigt, ähnlich wie dies bei anderen Kaplan-Turbinenkonstruktionen durch Verlegung des Servomotors in die Welle oder Nabe bewirkt wird. Um den Regulermotor ist das Spurlager herumgebaut. — Konstruktiv erscheint die für den Maschinenhauskran nur nach Demontage des Generators und der ganzen Turbine erreichbare Anordnung des Spurlagers unangenehm. Hierbei müßte eventuell der Ausweg gefunden werden, das ganze Spurlager nach Lüften der Welle gegen unten hin ausfahrbar zu machen. (W. 828.)

(B.B.C.-Mitteilungen 1926, Heft 7.)

Kurze Nachrichten.

Der Bau des Elsterkanals.

Die Verhandlungen des sächsischen Finanzministeriums mit dem Reichsverkehrsministerium betr. den Bau des Elsterkanals haben nach einer amtlichen Mitteilung einen befriedigenden Verlauf genommen. Danach kann es als feststehend gelten, daß das Reich mit Zustimmung des zuständigen Reichstagsausschusses den Bau des Elster—Saale-Kanals noch im Laufe dieses Jahres beginnen wird. Man rechnet mit dem Baubeginn in spätestens in 2—3 Monaten.

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Hydraulik und ihre Anwendung in der Kulturtechnik, von Gamann. 2. Auflage, 289 S. Paul Parey, Berlin 1927. Preis geb. M. 15.—.

Das hauptsächlich für den Gebrauch an Mittelschulen bestimmte Buch liegt jetzt in zweiter Auflage vor. Sein Inhalt erfüllt nicht das, was der Titel verspricht. Denn von Kulturtechnik steht in dem ganzen Buch weniger als von irgendeinem anderen Gebiet des Wasserbaus. Auch die Anwendung der Hydraulik und des sonst Gebotenen auf die Kulturtechnik läßt zu wünschen übrig. Neben ganzen Kapiteln, die nicht im entferntesten mit Kulturtechnik zusammenhängen, sind viele Dinge nebensächlichster Art zu finden, während wiederum auf anderen Gebieten jeglicher Hinweis auf eine mögliche Anwendung in der Kulturtechnik fehlt. Die Anwendung des hydraulischen Teiles wird für den Nichtfachmann ganz außerordentlich erschwert dadurch, daß anscheinend in dem Streben nach Wissenschaftlichkeit viele für die praktische Anwendung unwesentliche Betrachtungen eingeschoben und für manche Dinge derart viele Methoden ohne jede kritische Erklärung geboten sind, daß es ohne eingehendes Quellenstudium unmöglich ist, das jeweils Richtige herauszufinden. Dazu kommt neben vielen Unklarheiten und zahlreichen Druckfehlern leider auch noch eine Reihe von grundsätzlich Falschem, wie zum Beispiel die durchgängige Einführung der sekundlichen Wassermenge mit der Dimension sec/cbm. Brauchbar sind dagegen einige klare Zusammenstellungen von Berechnungsarten und viele Tabellen, die die Rechenarbeit abkürzen helfen, so daß das Buch, wenn es unter kritischer Anleitung gelesen wird, angehenden Technikern in manchem einen Anhalt zu bieten vermag.

(W. 130.) Weicker.

Fortschritte in der Vollbahn-Elektrisierung in Oesterreich und seinen Nachbarstaaten. Von Sektionschef Ingenieur Dittes. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, Heft 28/1927 und Sonderdruck.

Wie alljährlich gibt der Verfasser, der stets in dankenswerter Weise nicht nur Beschreibungen, sondern auch Erfahrungen der Allgemeinheit vermittelt hat, hierin wieder eine Uebersicht über das Geschaffene und in nächster Zeit noch zu Leistende. Eingehend wird das Spullersee-Werk und das Stubachwerk in ihren Baulichkeiten geschildert, weiter die Fernleitungs-Anlagen und Fahrleitungen und die neuen Betriebsmittel.

Der Stand der Elektrisierung der angrenzenden Länder ist gleichfalls kurz zusammenfassend dargestellt. Die Folge der Sonderhefte „E. u. M." aus der Feder von Dittes vermittelt ein abgeschlossenes Bild der Elektrisierungstätigkeit jenes Landes, welches hinsichtlich zielbewußten Fortschreitens im Prozentsatz der elektrisierten Länge der Vollbahnen in wenigen Jahren an zweite Stelle vorgerückt ist, außer der Schweiz alle Länder weit übertreffend.

(W. 205.) Ing. C. Reindl.

Die Wasserkräfte und Wasserstraßen Badens. „Bayerische Industrie- und Handelszeitung" 1927/26 (Sonderheft).

Das vorliegende Heft beschreibt in einer Reihe von Aufsätzen das bisher auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft Geleistete und das noch Geplante. Dem Charakter einer wasserwirtschaftlichen Uebersicht entsprechend, beschränkt sich das Heft nicht nur auf die Wasserkraftnutzung, sondern zieht auch das Gebiet der Binnenschiffahrt mit herein. — Das Heft kann als vorzügliche Uebersicht nur empfohlen werden. (W. 206.)

Geschäftliches.

Wir machen auf die Verdingungs-Ausschreibung des Städtischen Tiefbauamtes München über die Vergebung der Arbeiten der 3. Wasserzuleitung von Hochbehälter Mühltal nach Kreuzpullach aufmerksam, sowie auf die Stellenausschreibung des Stadtrates München. Näheres ist den Anzeigen Seite VII zu entnehmen.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

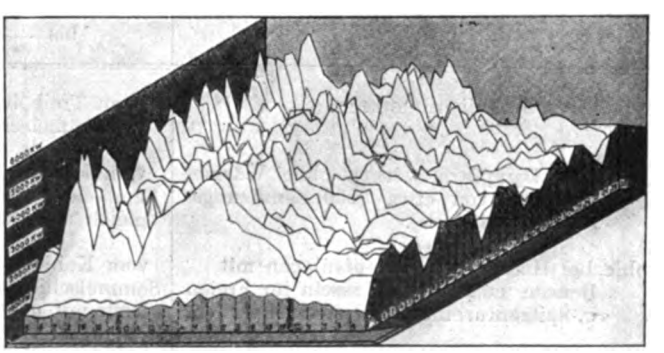
HEFT 17 — 1. SEPTEMBER — 1927

Aus dem Inhalt: Hydraulische Arbeitsspeicherung. / Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Kiel 1927. / Die Speichereinrichtung am Neckarkraftwerk Reutlingen. / Die Pumpenspeicheranlage der Zentrale Rempen des Kraftwerks Wäggital. / Die Pumpenspeicheranlage Tremorgio. / Rundschau: Die Pumpenspeicheranlage Hemfurth an der Edertalsperre. / Pumpenspeicheranlage Herdecke. / Betriebspläne und ihre Anwendung in Wasserkraftanlagen.

Hydraulische Arbeitsspeicherung.

Der Arbeitsverbrauch schwankt als Folge des über die Erdoberfläche unregelmäßig verteilten Vorkommens von zu verarbeitenden Bodenschätzen, sowie als Folge von Tag und Nacht, von Konjunkturschwankungen und anderen äußeren Einflüssen sowohl nach Ort wie nach Zeit; die Brennstoffvorräte der Erde in ihrer Eigenschaft als natürlicher Arbeitsspeicher treffen nicht immer mit den Rohstofflagern und Verarbeitungsstätten zusammen und die Wasserkraftvorkommen schließlich sind nicht nur örtlich von den Arbeitsverbrauchsstellen entfernt, sondern haben auch noch die unangenehme Eigenschaft, zeitlichen Schwankungen in ihrem Dargebot zu unterliegen, welche sehr häufig den Verbrauchsschwankungen gerade entgegengesetzt sind. Eine Grundforderung der Energiebewirtschaftung ist daher der Ausgleich zwischen Bedarf und Darbietung nach Ort wie nach Zeit. Je größer der Arbeitsverbrauch wurde, desto empfindlicher wurden diese Unterschiede und desto dringender die ausgleichenden Aufgaben der Energiewirtschaft.

Zur Veranschaulichung der, man möchte fast sagen unhaltbar gewordenen Belastungsverhältnisse haben amerikanische Fachleute das sogenannte „Belastungsgebirge" geschaffen. Die Belastungskurve jedes Tages wird etwa aus Karton ausgeschnitten und diese Belastungsdiagramme für die 365 Tage des Jahres werden hintereinander gestellt. Denkt man sich das entstehende plastische Bild nun ähnlich einem Gebirgsmodell ausgleichend modelliert, so findet man den Jahreszeiten entsprechend einerseits die Höhen der Spitzen und Täler verschieden, anderseits den Verlauf der Spitzenzüge und Täler ziemlich regelmäßig gekrümmt mit deutlichen Einschnürungen der Spitzengebirgszüge an den Sonntagen. Bei den Berliner Elektrizitätswerken, deren Direktor Adolph[1]) diese Darstellung von Amerika übernahm, und auch in anderen Werken sind diese anschaulichen Charakteristiken laufend weitergeführt worden.



Denkt man nun dieses Spitzengebirgsmodell in einem aquariumähnlichen Glaskasten gestellt und eine horizontale Ebene durchgelegt, welche der mittleren Höhe des gesamten Belastungsverhältnisses entspricht, etwa dargestellt durch die Oberfläche einer Flüssigkeitsschicht vom Volumen der Gesamtbelastung, so wird es augenfällig wie die Täler durch Abtragen der Spitzen auszufüllen sind. Die Aufgabe für die Speicherwirtschaft ist damit gegeben. Die Erhöhung der Spitzen, wie sie in den letzten Jahren besonders in Groß-

[1]) Belastungsgebirge als Hilfsmittel zur Beurteilung der Betriebsverhältnisse von Elektrizitätswerken. Von Adolph; E. T. Z. 1927, H. 1, S. 5.

Digitized by Google

städten sich erschreckend fühlbar macht, kann wohl mit in dem zunehmenden Beleuchtungsluxus und in der Lichtreklame gefunden werden; das Auffüllen der Täler ist mit eine Aufgabe der Wärmespeicherung und dazu anreizender Tarifgestaltung.

Für die aus Brennstoff gewonnene Arbeit liegt ein hoher Grad der Aufspeicherungsmöglichkeit darin, daß die Brennstoffe entweder nur nach Bedarf dem Boden entnommen oder auch in Lagern aufgespeichert werden können, scheinbar ohne Verlust. Die verlustlose Aufspeicherung der Brennstoffe ist aber nur scheinbar: Einerseits verlieren die festen Brennstoffe (Kohle) durch Lagerung häufig an Heizwert, verlieren auch auf rein mechanische Weise durch Bildung von nicht mehr verwertbarem Abfall. Anderseits wird der Wirkungsgrad der Dampfkraftanlagen durch ungleichmäßige Belastung bekanntlich tiefgreifend verschlechtert. Und nicht zuletzt verursacht die ungleichmäßige Beanspruchung von Kesseln und Maschinen erhöhte Reparaturkosten, welche sich bis auf das Zehnfache der bei gleichmäßigem Betrieb anfallenden Reparaturkosten stellen können. Ein Dampfkraftwerk verbraucht bei idealem 7000stündigem Dauerbetrieb um etwa 22% weniger Brennstoffe je kWh als ein solches bei 3000 Benutzungsstunden der Vollbelastung und schwankendem Betrieb. Diese 22% Erhöhung des Brennstoffverbrauches stellen also einen Verlust gegenüber einem idealen Vollbelastungsbetrieb dar, mit anderen Worten: der Wirkungsgrad der Aufspeicherung der Arbeit in Form der Kohle beträgt hier 78%. Auf diesen Umstand wird im allgemeinen recht wenig Rücksicht genommen. Anders bei der Aufspeicherung der Arbeit für Verbrennungskraftmaschinen in Form von Oel: Hier kann von einer praktisch verlustlosen Aufspeichernug wohl gesprochen werden.

Die Aufspeicherung hydraulischer Arbeit kann auf verschiedenen Wegen erfolgen: Von der Aufspeicherung der potentiellen Energie des Wassers in örtlich günstigen Fällen durch Stauseen angefangen bis zur Aufspeicherung von irgendwie sonst gewonnener Arbeit durch Hebung von Wasser, also durch Umformung von kinetischer Energie in potentielle Energie und Rückumformung. Daneben kann die Aufspeicherung auf elektrochemischem Wege in elektrischen Akkumulatoren erfolgen und wo es sich um Wärmekraftanlagen handelt vermögen beschränkte Energiemengen auch unmittelbar in Form von Wärme durch Dampfspeicher und Heißwasserspeicher aufgespeichert zu werden.

Aber auch bei der Aufspeicherung primärer Wasserkraftenergie ist zu bedenken, daß der Wirkungsgrad kleiner als 1 ist, wenn auch meist nicht sehr erheblich: Das absinkende Gefälle verändert den Turbinenwirkungsgrad, die Einlauf- und Rohrleitungsverluste sind mit der Belastung veränderlich, so daß insbesonders bei verhältnismäßig geringen Gefällen die genaue Untersuchung einen geringeren Wirkungsgrad ergibt, worauf Fransén in „Teknisk Tidskrift" 1927, Heft 25, hingewiesen hat.

Welche Speicherung in jedem Falle anzuwenden ist, wird eine Frage der aufzuspeichernden Arbeitsmengen und der zur Aufspeicherungseinrichtung aufzuwendenden Kosten. In Dampfspeichern wie in elektrischen Akkumulatoren lassen sich bei erschwinglichen Kosten nur verhältnismäßig beschränkte Arbeitsmengen speichern, wogegen in den Staubehältern hydraulischer Aufspeicherungsanlagen je nach der Oertlichkeit um das Vielfache größere Arbeitsmengen untergebracht werden können.

Bezüglich der Wirkungsgrade der Aufspeicherung von der primären Kraftmaschinenwelle, welche den Generator antreibt, bis wieder zurück zu den Sammelschienen der Kraftverteilung stellt sich die hydraulische Pumpenspeicherung[2])

[2]) Ueber hydraulische Pumpenspeicheranlagen siehe u. a.: Baumann, Hydraulische Pumpenspeicherung, Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 329. — Reichard, Hydroelektrische Speicheranlagen zur Spitzenkraftdeckung, Siemens-Zeitschr. 1927, H. 6, S. 413. —
Neueste Ausführungen in Deutschland: Mittweida i. Sa., diese Z. 1926, H. 10, S. 116; — Niederwartha, diese Z. 1927, H. 5, S. 76; — Edertalsperre, diese Z. 1927, H. 12, S. 174, und dieses Heft, S. 242; — Schwarzenbachwerk, diese Z. 1924, H. 1, S. 1, und H. 4, S. 35; — Münster i. E., diese Z. 1924, H. 7, S. 92; — Neue Projekte: Ourtalsperre, diese Z. 1927, H. 4, S. 54; Herdecke bei Hengstey, dieses Heft S. 243; Maas, Hydraulische Hochspeicherkraftwerke, Z. d. V. d. I. 1924, H. 45 und 46, S. 1161 und 1195, H. 52, S. 1344; — vgl. auch: Quelques installations d'accumulation par pompage récemment réalisées en France et à l'etranger, Von Martini: La Houille blanche, 1925, H. 196, S. 129, und H. 197, S. 171. —

I. Möglichkeiten der Arbeitsspeicherung.

Art des Arbeitsspeichers	Gesamtwirkungsgrad gemessen von ..... bis	ca. %	möglicher Speicher-Inhalt (bzw. Maschinenleistung)	ungef. Kosten je kW
Treiböl bei Grossdieselmotoren.	vom Treiböltank bis Sammelschiene	100	(dzt. 10 000 kW je Einheit)	300.— bis 360.—
Kohle bei Dampfkraftwerken ohne Wärmespeicher (von etwa 3000 Benutzungsstunden aufwärts).	vom Kohlenstapel bis Sammelschiene (im Vergleich mit Dauerlast)	von 80 aufwärts	(dzt. bis etwa 100 000 kW je Einheit)	250.— bis 300.—
Kohle bei Höchstdruck-Dampfanlagen mit Benson- oder dergl. Kesseln im Freien u. Spitzenturbinen, billigste Installation.	vom Kohlenstapel bis Sammelschiene (im Vergleich mit normaler Anlage bei Dauerlast)	80	(etwa 30 000 kW je Einheit)	150.—
Ruths Dampfspeicher.	vom Kohlenstapel bis Sammelschiene	90—95	bis etwa 50 000 kWh (proj. bis 100 000)	180.— bis 135.—
Elektr. Akkumulatoren im Verbrauchsgebiet.	von Drehstrom-Sammelschiene bis wieder dorthin	50—55	60000 kWh	400.— bis 600.—
Hydraulische Pumpenspeicherung beim Primärkraftwerk mit unmittelbarem Pumpenantrieb v. den Kraftmaschinen aus.	von Kraftmaschinenwelle bis Sammelschiene	62—72	bis zu mehreren Mio kWh	200.— bis 300.—
Desgl. im Verbrauchsgebiet mit elektrischem Pumpenantrieb.	von Kraftmaschinenwelle bis Sammelschiene	55—67	bis zu mehreren Mio kWh	225.— bis 370.—

Digitized by Google

mit Wirkungsgraden, welche für Großausführungen 60% überschreiten und für Größtausführungen bis über 65% berechnet werden, keineswegs hinter die Aufspeicherung in elektrischen Akkumulatoren, bei welchen ja zum reinen Speicherwirkungsgrad von rund 70% noch die Verluste für die zweimalige Umformung hinzutreten.

Die Frage, welches Speichersystem das wirtschaftlichste sei, kann allgemein gültig nie entschieden werden. Stets sind hier nicht nur örtliche Verhältnisse und die Größe des aufzuspeichernden Arbeitsbetrages maßgebend, sondern nicht selten auch die Notwendigkeit, die Speicheranlage gleichzeitig als Störungsreserve für kürzere oder längere Dauer heranziehen zu müssen, womit wieder die örtliche Lage bestimmt wird. So können Wärmekraftspeicher für kurzzeitige stark schwankende Belastungen mit Erfolg zu verwenden sein, in anderen Fällen mögen an exponierten Plätzen, an welchen mit unter Umständen länger dauernden Fernleitungsstörungen zu rechnen ist, unabhängige Verbrennungskraftwerke zugleich als Bereitschaftsanlagen für Störungen in der Stromzufuhr von längerer Dauer das Richtige sein.

Dadurch wird aber der Wert von großen, an günstigen Stellen gelegenen hydraulischen Speichereinrichtungen keineswegs gemindert, zumal wenn es sich darum handelt, mitten in Verbrauchsschwerpunkten die überschüssige Wasserkraftarbeit von unter Umständen weit entfernt gelegenen Großwasserkräften vergleichmäßigend ausnutzen zu können. So haben die hydraulischen Großspeicheranlagen in Deutschland

III. Deutsche Pumpenspeicher-Anlagen.

Anlage	Turbinen					Pumpen						Speicher	
	Zahl	H (m)	N (kW)	n	Bauart	Zahl	H (m)	N (PS)	Q (m^3)	n	Antrieb	Inh. Mio.m^3	Inh. Mio. kWh
Hemfurth II	3	41	5250	250	Spiral, vertik.	2	37,5	8350	13,7	250	vertikal	202	17,4
Schwarzenbachwerk	2	357	18350	500		4	230—181	8320 – 9900	2,2—3	1000	m. Generat. gek.	15	11
Leitzachwerk	1	130	7400										
	5	130	3300	500	Spiral, horiz.	2	130	8000	3,75		hor. motorgetrieben	6	1,00
Niederwartha	4	145	20000		Spiral, horiz.	4	145	27000			horizontal	1,9	0,560
Zweribach	3	460	530	1000	Spiral, horiz.	3	500	1000	0,360		mit Generator gekuppelt	0,575	0,550
Herdecke	4	163—149	32300		Spiral, horiz.	3	166—149	32500/34000	12—13,6		horizontal	1,3	0,520
Überlingen	1	93	400	1000	Spiral, horiz.								
	1	87	133	750	Pelton	1	112	580	0,310	1000	von Motor getrieben	1,5	0,280
Neckartenzlingen	2	3,6	228	63		1	128	300		1150	riemengetr.		
	1	118	400	157	Pelton	1	128	500		1040	riemengetr.	0,016	0,04
Mitweida	1	118,5	1030	1000		1	121	718	0,360	1000	von Niederdruckturbine getrieben	0,13	0,030
	1	120	530	1000	Spiral, horiz.	1	121	368	0,180	1000			
Reutlingen	2	6,26 – 6,8	630	300		1	135	800	0,350	1000	v. Niederdruckturbine getr.	0,08	0,020
	1	120	1330	1000	Spiral, horiz.	1	135	1500	0,665	1000	Speichersatz		
Mülhausen i. E.	1	260	1400	1000	Pelton	1	260	2100	0,250	1000	m. Gen. gekupp.	0,018	0,0175
						1	260	600	0,087	1500	motorgetr.		
						2	260	450	0,050	1500			
Brunnenmühle	1	96,5	160	500	Pelton	1	102	80	0,043	1500	v. Motor getr.	0,007	0,014
	1	1,8	26			1	102	160	0,089	1500	v. Motor getr.		
Fridingen	1	5,4	40										
	1		20										
	2	15	500	525	Pelton	3	176	620	0,200	1000	m. Generator gekuppelt	0,032	0,011
	3	164	500	1000									
Tübingen	1	114	195	1500	Spiral, horiz.	1	122	190	0,085	1500	m. Gen. gekupp.	0,006	0,0015
						1	122		0,025	1500	v. Gen. getr.		

b. Einige projektierte deutsche Pumpen-Speicheranlagen:

Schluchseewerk	3	210	30000			3	218		18		mit Turbine gekuppelt	108	73·170
						1	218		6				
Ourtalsperre	13	105,5/ 85,5	46600	250		13	105,5/ 85,5	27000				800	330

Digitized by Google

und auch mitten im Kohlengebiet im Zusammenhang mit den noch zu erschließenden veränderlichen Wasserkräften der Alpenländer eine außerordentliche wirtschaftliche Bedeutung. Selbst zur Aufspeicherung von Wärmekraftarbeit[3]) durch Vergleichmäßigung der Kraftwerksbelastung und dadurch Wirkungsgraderhöhung werden hydraulische Hochspeicheranlagen in hohem Maße berufen sein.

Das Gebiet der hydraulischen Speicherung hat auch schon auf der vorjährigen Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel[4]) erhebliche Beachtung gefunden. Die dort von Wyßling aus den schweizerischen Anlagen gezogenen Folgerungen für die Wirtschaftlichkeit und Bemessung der Speicheranlagen zu kurz und lang dauernder Speicherung sind von allgemeiner Gültigkeit. Daneben hat die Basler Tagung Ausführliches durch Ruths über die Dampfspeicherung und durch Günther über die Speisewasserspeicherung gebracht; auch die Dieselmaschine wurde von Büchi einer eingehenden Untersuchung und Gegenüberstellung mit der Wasserkraft in Abhängigkeit von der Spitzendauer unterzogen. Wenn auch bei der Erörterung von Speicherfragen von allen Seiten noch häufig „pro domo" gesprochen wird, so erscheint doch die Meinung, wie sie in Basel von einer Seite zum Ausdruck kam, daß eine Akkumulierung von Wasser in ferngelegenen Seen ein wirtschaftliches unmögliches Ding sei, heute schon als unhaltbar erwiesen, und die tecnischen und wirtschaftlichen Erfahrungen mit den in Bau befindlichen Größtspeicheranlagen hydraulischer Art werden das Gegenteil beweisen.

Die Speicherwirtschaft eines Landes kann durch das Verhältnis „vorhandener nutzbarer Speicherinhalt zu installierter Wasserkraftleistung" ausgedrückt werden, energiewirtschaftlich maßgebend ist wohl als Vergleichsgröße das Verhältnis: „jährlich aus den Speichern zu entnehmende Arbeit zur gesamten Jahresarbeit aus Wasserkraft." Die nachstehende Zahlentafel II versucht einen solchen Vergleich zwischen Deutschland und verschiedenen anderen Ländern, soweit es die immerhin spärlichen Daten zulassen, zu geben.[5])

Der Vergleich mag zeigen, daß in energiewirtschaftlicher Hinsicht, am Arbeitsverhältnis (Speicherarbeit durch Gesamt-Wasserkraft-Jahresarbeit) gemessen, Deutschland noch erheblich hinter anderen Ländern zurücksteht und auch mit den geplanten Anlagen noch zurückstehen wird.

Natürliche Speicherbecken großen Arbeitsinhaltes für primäre Speicherung des Zuflusses finden in Deutschland verhältnismäßig wenig wirtschaftliche Ausführungsmöglichkeiten. So ist der Weg zur hydraulischen Pumpenspeicherung bis zu verhältnismäßig kleinen Arbeitsinhalten herab bei vielfacher

II.

Speicherwirtschaft verschiedener Länder.

	Land	Speicher Inhalt Mio m^3 J 1	Wasser-Kraft Leistung Mio kW L 2	Speicher Arbeit Mio kWh A_s 3	Wasserkr.-Arbeit Mio kWh A_w 4	$\frac{m^3}{kW} \frac{J}{L} \frac{1}{2}$	$\frac{A_S}{A_W} \frac{3}{4}$
im Betrieb und Bau	Deutschland	957,8	1,17	345	6 25	820	0,055
	Bayern [2])	120	0,62	90,4	2 24	198	0,04
	mit Achensee 1/2	153,3	0,67	119,5	1,93	234	0,062
	Oesterreich	198,3	0,555	159,6	1,73	358	0,092
	Schweiz	636	1,45	400 [4])	3,50	449	0,115
	Italien	1266,5	2,10	650	6,20	603	0,105
	Schweden	?	0,925	?	3,2	?	?
	Frankreich	48	1,60	?	1,74	30	?
einschl. geplanter Anlagen	Deutschland [1])	2000	1,90	1083	8,0	1050	0,135
	Bayern [3])	368,5	0,82	151,9	2,35	450	0,0646
	mit Achensee 1/2	401,8	0,87	181	2,43	462	0,0745
	Oesterreich	653,0	0,925	529	3,00	707	0,176
	Schweiz	1050	1,80 [4])	700 [4])	5,50 [4])	583	0.127
	Italien	1601,1	3,40	1200	7,30	470	0,165
	Schweden [5])	1637,3	1,50	1978	5,20	10900	0,38
	Frankreich	1284	2,40	?	?	540	?

(W. 2)

[1]) einschl. Oursperre
[2]) mit Miag-Speicherwelher ohne Abfanggraben
[3]) mit Miag-Grundwasserspeicher,
[4]) geschätzt
[5]) Seenregulierung

Füllung im Jahre gewiesen und hierin geht Deutschland bahnbrechend vor. Die Zahlentafel III versucht die bekannten deutschen hydraulischen Pumpenspeicheranlagen kurz zu kennzeichnen.

Die Wichtigkeit des Gebietes der hydraulischen Speicherung ist auch seitens der Elektrotechniker eingehend gewürdigt worden,[6]) denn gerade die Elektrotechnik macht die Anwendung der hydraulischen Pumpenspeicherung erst möglich durch den örtlichen Ausgleich von Darbietungsort der Primärkraft, Speicherungsort der Arbeit und Verwendungsort derselben; anderseits ergänzt die hydraulische Speicherung die Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft dadurch, daß sie die Möglichkeit schafft, Arbeitsmengen zu speichern, welche auf elektrochemischem Wege oder sonstwie längst nicht mehr speicherbar wären. So kann der Erfolg zielbewußter Energiewirtschaft auch hinsichtlich des Ausgleiches nach der Zeit nur in einem engen Zusammenarbeiten zwischen Elektrotechnik und allen Zweigen der Wasserkraftwirtschaft gefunden werden. (W. 220.)

[3]) Maas, Untersuchung über hydraulische Speicherung von Dampfkraftenergie, Wasserkraft-Jahrbuch 1926/27, S. 124. — Vortrag Binswanger, Hydraulische Hochspeicher-Akkumulierungsanlagen bei Dampfkraftwerken, Bericht diese Z. 1926, H. 9, S. 106.

[4]) Berichterstattung der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel 1926 (besprochen in dieser Z. 1927, H. 9, S. 140).

[5]) Für Deutschland ist dabei die erste bisher veröffentlichte Uebersicht über Talsperren für den Antrieb von Kraftwerken von Baurat Dr.-Ing. e. h. Bachmann in „Wasser und Gas" 1927, Nr. 22, mit herangezogen unter Verbesserung verschiedener Unstimmigkeiten. So ist zum Beispiel das Innenwerk als Speicherwerk aufgeführt, beim Walchenseewerk und bei verschiedenen anderen Anlagen ist die Gesamt-Jahresarbeit einschließlich des natürlichen Zuflusses an Stelle des reinen Speicherarbeitsinhaltes angeführt.

[6]) 8. Mitgliederversammlung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, Dezember 1926; Bericht in dieser Z. 1927, H. 9, S. 138. — Kieler Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, E. T. Z. 1927, Heft 26.

Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Kiel 1927.

Auf der 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel, 30. Mai bis 3. Juli 1927, die zahlreich besucht war, sind vornehmlich zwei Punkte verhandelt worden: Die Fernsprechanlagen des Deutschen Reiches, in Anlehnung an das 50jährige Gedenken dieser Erfindung und die Energiespeicherung der Elektrizitätswerke infolge deren ungleicher Belastung. Daneben her gingen eine große Zahl von Vorträgen über die in Gruppen geteilten verschiedenen Zweige der Elektrotechnik, eine Anzahl von Besichtigungen und nicht zuletzt die angesetzten Vergnügungen.

Die Verhandlungen begannen am Donnerstag, den 30. Juni mit einer Vorstandssitzung im Magistrat-Sitzungssaale des Rathauses. Danach traten am Nachmittag die Ausschüsse zusammen, und am Abend fand eine Begrüßungsfeier der Teil-

Digitized by Google

nehmer und Gäste im Stadttheater statt. Eingeleitet wurde die Begrüßung durch musikalische Vorträge, worauf Herr Oberbürgermeister Dr. Lueken die Teilnehmer an dem Fest herzlichst begrüßte. Auch der Vorsitzende des Schles.-Holst. Elektrotechn. Vereins Simon und der Verbands-Vorsitzende Min.-Dir. Geh. Oberpostrat Dr.-Ing. e. h. Crämer nahmen das Wort. Dann begab man sich zu einer geselligen Veranstaltung ins benachbarte Rathaus, wo die Teilnehmer in den festlich geschmückten Räumen Gäste der Stadt Kiel waren.

Am 1. Sitzungstage (Freitag, 1. Juli) begrüßte der Verbandsvorsitzende die zahlreich erschienenen Gäste. Die Ansprachen eröffnete Herr Staatssekretär Dr.-Ing. Feierabend. Nach ihm sprachen Herr Konteradmiral Heinecke, der Rektor der Ch. A.-Universität Prof. Dr. Haseloff, der Ehrenvorsitzende des Schles.-Holstein. Elektrotechn. Vereins Dr. Blochmann, als Vertreter Oesterreichs Herr Min.-Rat Dr. Ruschka-Wien und Geh. Dr. Sulzberger aus der Schweiz. Der Generalsekretär des Verbandes, Herr Dr.-Ing. Schirp berichtete eingehend über alle Verhältnisse, die die Entwicklung der Elektrotechnik im letzten Jahre durchgemacht hat. Er sieht nach den letzten Erfahrungen nicht gerade sehr rosig in die Zukunft, doch ist auch zu einer pessimistischen Auffassung keine Veranlassung. Mit Ernst und Ruhe sollten alle Verhältnisse sachlich und wahrheitsgemäß betrachtet werden und namentlich sind die wirtschaftlichen Gesichtspunkte nicht aus den Augen zu verlieren.

Nach diesen Ansprachen erhält der Staatssekretär Feierabend, Dr.-Ing. e. h. im Reichspostministerium zu Berlin, das Wort zu einem Vortrage über: „50 Jahre Fernsprecher in Deutschland".

Der Fernsprecher ist auf die grundlegenden Arbeiten des Deutschen Philipp Reis und des Amerikaners Graham Bell zurückzuführen. Reis hat schon 1860 zum ersten Male menschliche Laute mit Hilfe des elektrischen Stromes in die Ferne übertragen. Aber erst 1877 hat die Deutsche Reichspost unter dem genialen Generalpostmeister Stephan den Fernsprecher zum Werkzeug des öffentlichen Nachrichtenverkehrs gemacht und Formen benutzt, die vorher Graham Bell in Boston entwickelt hatte. Wilhelm Siemens hat sich mit diesen Apparaten eingehend beschäftigt und sie so vervollkommnet, daß sie dem Reichspostministerium angeboten werden konnten. Ueber die Arbeiten von Reis und die Entstehung des Fernsprechwesens ist ein reichhaltiges Material von Urkunden in den Archiven des Reichspostministeriums und bei der Firma Siemens & Halske vorhanden. Der Vortragende zeigt eine Reihe von Bildern und Modellen, die die Vorläufer des heutigen Fernsprechers bilden, dem Postmuseum oder den Sammlungen des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. entnommen und so mit Lautverstärkern versehen sind, daß sie allen Teilnehmern an der Sitzung deutlich wahrnehmbar gemacht werden können.

Im zweiten Teil des Vortrags wird der Werdegang des Fernsprechwesens bis auf den heutigen Tag verfolgt. Man erfährt so, übersichtlich zusammengestellt, wie sich die Zahl der Fernsprechanlagen von Jahr zu Jahr erhöht hat, bis sie zur heutigen Größe gekommen ist. Die Selbstanschlußämter und ihre Entwicklung bilden den vorläufigen Schlußstein. Es werden auch die Mittel angegeben, die nicht nur zur Unterhaltung, sondern auch zur weiteren Förderung des Fernsprechwesens jährlich aufgewendet werden müssen. Zu diesen gewaltigen Summen kommen in neuerer Zeit noch die Kabel und Einrichtungen zur Verbindung weit auseinanderliegender Orte für Ferngespräche. Die deutsche elektrotechnische Industrie lent zu einem großen Teil von der Schwachstromtechnik und wenn sie auch die Führung in dieser Hinsicht, die vor dem Weltkriege über ein Drittel der gesamten Weltproduktion betrug, an die Vereinigten Staaten abgeben mußte, so ist doch — trotz aller einschränkenden Bedingungen — der Anteil auch jetzt noch groß genug und im Aufsteigen begriffen. Der Fernsprecher ist nicht nur ein hervorragender Kulturträger geworden, sondern auch in finanzieller Beziehung von der einschneidendsten Bedeutung. Er ist berufen, die Grenzen zu überschreiten, die heute noch die Völker trennen und ein hervorragendes Friedensinstrument zu werden. Die Ausführungen des Vortragenden wurden mit außerordentlichem Beifall aufgenommen.

Der Sonnabend (2. Juli) brachte eine Reihe von Vorträgen, die sich mit der „Spitzendeckung von Elektrizitätswerken" beschäftigen, also ein Thema behandeln, das in neuerer Zeit eine immer wachsende Bedeutung für alle wirtschaftlichen Kreise annimmt. Der hauptsächlichste Inhalt dieser Vorträge ist in der Festnummer der E.T.Z., Heft 26, hauptsächlich aus dem Grunde veröffentlicht, um Anhaltspunkte für die nach den Vorträgen zu erwartende Besprechung zu geben.

Herr Dr.-Ing. Johann Ruths-Stockholm beginnt die Reihe der Vorträge mit allgemeinen Betrachtungen darüber, wie gerade die Wärmespeicher wegen ihrer vorzüglichen Eigenschaften geeignet seien, die Energiespeicherung zu übernehmen. Er erklärt die Ursachen der Spitzenbelastung, daß diese selbst durch einschneidende Tarifveränderungen nicht zu beseitigen sind und zeigt, daß ihre Deckung nur mit den billigsten, wenn auch nicht immer mit den am sparsamsten arbeitenden Mitteln erfolgen müsse. Er weist nach, daß die Dampfkessel ein viel zu träger Bestandteil der Wärmeanlagen seien, um sich den rasch auftretenden Spitzen anschmiegen zu können und daß darum nur elastische Mittel, wie der Ruths-Speicher, in Frage kommen können. Diese Speicher verstehen es eben, sich nicht nur der Belastungsänderung automatisch anzuschmiegen, sondern auch eine momentane Reserve zu bilden, die niemals versagen kann. In entsprechenden Schaltbildern und Spitzendiagrammen wird dies gezeigt und die Anwendung des Ruths-Speichers an Beispielen erläutert.

In dem nachfolgenden Vortrag über „Hydraulische Speicherung" zeigt Prof. Dr.-Ing. e. h. Ernst Reichel, Charlottenburg, wie man bei der Ausnutzung von Wasserkräften schon frühzeitig dazu gekommen ist, Wasserspeicher anzulegen, um die in der Nacht nicht oder nur unvollkommen ausgenutzte Wasserkraft auch am Tage nutzbar zu machen. Mit überflüssigem Nachtstrom werden Pumpen angetrieben, die in Becken speisen, die auf benachbarten Höhen liegen. Aus diesen können dann am Tage Turbinen betrieben werden, die den Tagesstrom verstärken helfen. Gewinnt man auf diese Weise in den sekundären Turbinen auch nur 50 bis 60% der in den primären Turbinen aufgewendeten Energie wieder, so lohnen sich solche Anlagen doch durch den großen Preisunterschied zwischen Tag- und Nachtstrom, besonders dann, wenn schon Rohrleitungen vorhanden sind, die von den Pumpen wieder benutzt werden können. Man hat eben nur Pumpen und Motore aufzustellen. Die Turbinen sind jederzeit betriebsbereit und ihr Wirkungsgrad ist besonders vorteilhaft.

Schon 1880 sind solche Speicheranlagen entstanden, wenn sie auch nur bescheidenen Umfang hatten. Der Fortschritt ist neuerdings sehr bedeutend. Nicht nur, daß die Pumpen immer größer geworden sind, auch ihr Wirkungsgrad ist verbessert, und man ist bei Wasserkraftanlagen nicht stehen geblieben. Auch Wärmeanlagen eignen sich für hydraulische Speicherung, besonders dann, wenn in der unmittelbaren Nähe der Elektrizitätswerke sich Höhen befinden, auf denen sich mit Vorteil Hochwasserbecken anlegen lassen. Hervorragende Bei-

Digitized by Google

spiele in dieser Hinsicht sind die großen Anlagen, die neuerdings in Niederwartha, Hengstey und an anderen Orten angelegt werden. Es handelt sich dabei um Pumpen, die bis zu 35 000 PS leisten und sekundäre Turbinen von 45 000 bis 48 000 PS. Zahlreiche Lichtbilder illustrierten den Vortrag.

Reg.-Baumeister a. D. Berdelle-Berlin behandelt den Belastungsausgleich durch elektrische Speicherbatterien. Der Vortragende zeigt, daß schon 1890 umfangreiche Arbeiten hierzu vorlagen, daß elektrische Speicherbatterien einen vollkommenen Ausgleich mit hohem Nutzeffekt schaffen, weil keinerlei bewegte Teile vorhanden sind und sich die elektrische Speicherung überall anlegen läßt. Sie ist jeden Augenblick betriebsbereit und sollte darum mit besonderem Vorteil an allen Verbrauchsstellen angelegt und in allen Verbrauchsnetzen eingeschaltet werden. An durchgerechneten Beispielen wird gezeigt, daß die elektrische Speicherung in der Anlage nicht teuerer zu stehen kommt als eine andere. Hindernd ist nur, daß sie Gleichstrom erfordern und geben, und daß bei Wechselstrom Umformer notwendig werden. Diese erfordern erhöhte Anlage- und Betriebskosten sowie Platz.

Endlich bespricht Ober-Ing. M. Gercke, Augsburg, die Spitzendeckung mit Groß-Diesel-Motoren. Er geht von den Betriebserfahrungen aus, die mit Diesel-Motoren gemacht worden sind und erklärt, daß damit bei allen Kraftwerken die Spitzen abgeschnitten, von den Diesel-Motoren übernommen und die übrigbleibende Belastung der Dampf- oder Wasserwerke dadurch viel gleichmäßiger gemacht werden. Der Betrieb der Diesel-Motoren kann in der kurzen Zeit von 4 bis 6 Minuten aufgenommen werden. Die hierdurch erzielten Vorteile sind so bedeutend, daß selbst große Anlagen mit Diesel-Motoren von 15 000 PS in kürzester Zeit abgeschrieben werden können. Es steht zu erwarten, daß die Anlagekosten mit steigender Drehzahl der Motoren noch sinken werden. Aus einem ausgeführten Rechnungsbeispiel werden die angeführten Zahlen bewiesen und schließlich die Richtlinien zusammengestellt, die bei der Anlage von Diesel-Motoren maßgebend sind.

In der sich an die Vorträge anschließenden Besprechung wies zuerst Herr A. Peucker, Berlin, darauf hin, daß die Kesselanlagen bei Großkraftwerken noch recht steigerungsfähig und durchaus nicht so unbeweglich seien, als allgemein angenommen wird. Man sollte aus den Kraftwerken herausholen, was möglich ist, und die Verbreiterung der Spitzen dadurch anstreben, daß mit einzelnen Industrien verhandelt wird und Betriebspausen auf andere Zeiten, als jetzt üblich, verlegt werden.

Herr Ministerial-Direktor im Reichsverkehrsministerium Prof. Dr.-Ing. e. h. Gleichmann, Berlin, brachte in einem sehr lehrreichen Diagramm die Belastungsverschiedenheiten eines Bahnkraftwerkes zur Anschauung und wies auf die Mittel hin, mit denen man die Ungleichheiten beseitigen könne. Herr Obering. Gleichmann der S.S.W., der auf die vergleichenden Kosten der einzelnen Speicheranlagen einging, wies darauf hin, welche Reserven sie nötig machten und wie durch Zusammenfassung mehrerer Werke, namentlich solcher im Osten und Westen, die Spitzen verbreitert und ausgeglichen werden können.

Herr Dir. Rehmer von der Bewag in Berlin ging auf die Kosten der Uebertragung ein und erläuterte namentlich, an welchen Stellen Speicheranlagen aufzustellen sind.

Herr Dir. Mattersdorf, Hamburg, geht auf den Betrieb von Bahnkraftwerken ein, erwähnt, daß man von Speicherwerken verlangen könne, daß sie in Bruchteilen einer Sekunde einspringen, und schildert die guten Erfahrungen, die man bei Bahnanlagen mit Ruths-Speichern gemacht habe.

Herr Ing. Hahn, Berlin, hält es für richtig, nicht nur die Anlagekosten verschiedener Speicherwerke zu vergleichen, sondern auch deren Betriebskosten. Diejenigen Anlagen seien die besten, bei denen beide Kosten möglichst niedrig sind.

Reichsbahnrat Wachsmuth, Altona, erläutert verschiedene Bahnkraftwerke, weist auf nassen Dampf hin, der sich bei der senkrechten Anordnung von Ruths-Speichern vielleicht einstellen könnte und ladet zum Schluß die Mitglieder der Versammlung, die über Hamburg—Altona zurückreisen, ein, das in Altona mit Ruths-Speichern versehene Kraftwerk zu besichtigen.

Herr Dir. Günther hält die Kohlenstaubfeuerung bei Kesselanlagen für günstig und macht auf die Verwendung vorgewärmten Speisewassers aufmerksam.

In einem Schlußwort geht Herr J. Ruths in sehr humorvoller Weise auf die einzelnen Punkte ein, die von den Vorrednern gebracht wurden und spricht schließlich die Ueberzeugung aus, daß für alle Speicherwerke die Zeit der einzige und völlig verläßliche Richter sein werde.

Die Besichtigungen und Fachsitzungen der verschiedenen Verbände fanden an den Nachmittagen statt. Die verschiedenen Gruppen:

A. Elektrische Kraftwerke,
B. Elektrische Kraftübertragung,
C. Installationstechnik und
D. Fernmeldetechnik

tagten in den Räumen der Universität und zeigten durch ihren regen Besuch das lebhafte Interesse, das alle Fachleute an den Veranstaltungen und den dort vorgetragenen Neuerungen genommen haben.

Am Freitag abend vereinigte ein Gartenfest alle Teilnehmer in Bellevue, und am Samstag fand ein sehr zahlreich besuchtes Festessen in der „Waldwiese" statt.

Am Sonntag und den folgenden Tagen haben verschiedene Seefahrten das Fest beendet. (W. 196.) E. R.

Die Speichereinrichtung am Neckarkraftwerk Reutlingen/Kirchentellinsfurt.

Von Zivilingenieur Johann Hallinger, München.

Allgemeines:

Die industrie- und gewerbereiche Stadt Reutlingen/Württemberg hat unter Leitung seines Oberbaurates Keller 1924/26 nach den Plänen des Verfassers ein neues Wasserkraftwerk — Laufwerk — in Verbindung mit einer hydraulischen Speicheranlage — Speicherwerk — errichtet, die den Neckar auf den Markungen Lustenau und Kirchentellinsfurt ausnutzen, einen Teil der Kraft direkt in das Stadtnetz abgeben, die Ueberschußkraft auf hydraulischem Wege speichern und bei starker Belastung Zusatz- und Spitzenkraft liefern. Für dieses Werk wird die Stadt Reutlingen selbst eine Beschreibung herausgeben, der nicht vorgegriffen sein soll. Hier wird daher nur die hydraulische Speicheranlage, deren Anordnung aus Abb. 1 hervorgeht, und deren Berechnung im Wasserkraftjahrbuch 1924, S. 241, teilweise veröffentlicht war, beschrieben.

Die Nutzwassermenge des Neckars am neuen Wasserkraftwerk schwankt zwischen 6 und 25 m³/sec und dementsprechend

Digitized by Google

die Leistung des Laufwerkes bei einem mittleren nutzbaren Gefälle von 6,80 m zwischen 400 und 1800 PS, während das Speicherwerk ein Gefälle von 120 m und eine Maschinenleistung von 2000 PS besitzt. Der Jahresstrombedarf der Stadt Reutlingen und der mitangeschlossenen und mitbeteiligten Gemeinde Kirchentellinsfurt war auf rund 8 Mill. kWh errechnet. Die Belastungskurve des E.W. Reutlingen ist Winters und Sommers über fast gleich und in Abb. 2 dargestellt[1]). Die Wasserkraftleistung ist nach dem Mittel der Jahre 1911/26: 6,5 Mill. kWh jährlich, von der nach damaliger Rechnung im Mittel und innerhalb den gegebenen Belastungsverhältnissen ohne Speicher 4 Mill. kWh abgesetzt und etwa 2,5 Mill. kWh durch den Leerschuß gehen und nicht verwertet würden. Neben der Leistung seines eigenen Werkes bezieht aber die Stadt Reutlingen Strom von den Neckarwerken und aus einer Motorenreserve in der Unterstation der Stadt. Der Zweck einer hydraulischen Speicherung sollte daher der sein, die mit dem Laufwerk allein nicht verwertbare mittlere Jahresleistung von 6,5 — 4,0 = 2,5 Mill. kWh für die Zeiten starker Belastung nutzbar und die Stadt in der Lieferung von Spitzenstrom, mit welchem die Ersatzstrom liefernden Neckarwerke an sich überlastet waren, unabhängig zu machen. So entschloß

[1]) Diese Belastungskurve besagt ohne weiteres, daß ein einfaches Laufwerk ohne Speicher nicht befriedigen würde, sondern täglich mit Mangel und Überschuß zu kämpfen hätte.

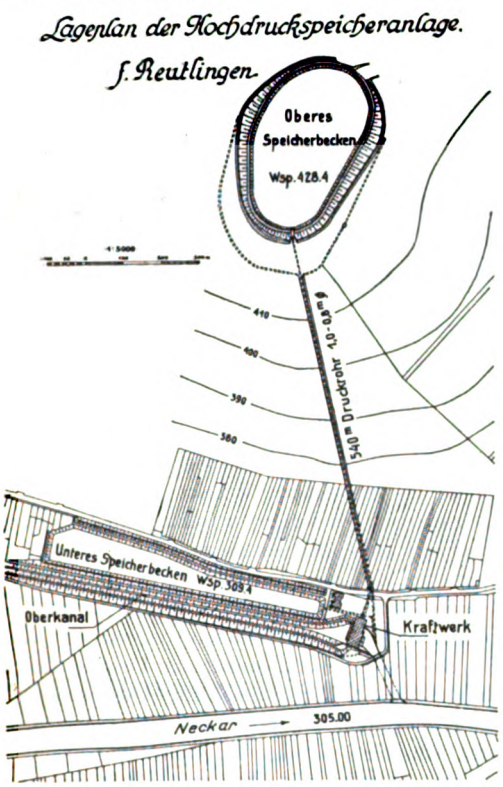


Abb. 1. Lageplan der Speicheranlage Reutlingen.

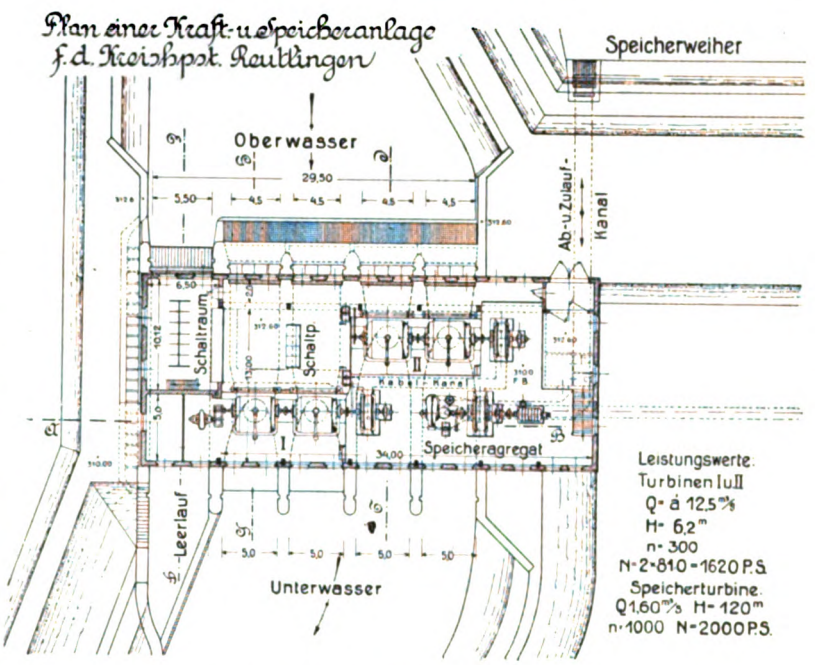


Abb. 3. Grundriß des Kraftwerkes Reutlingen.

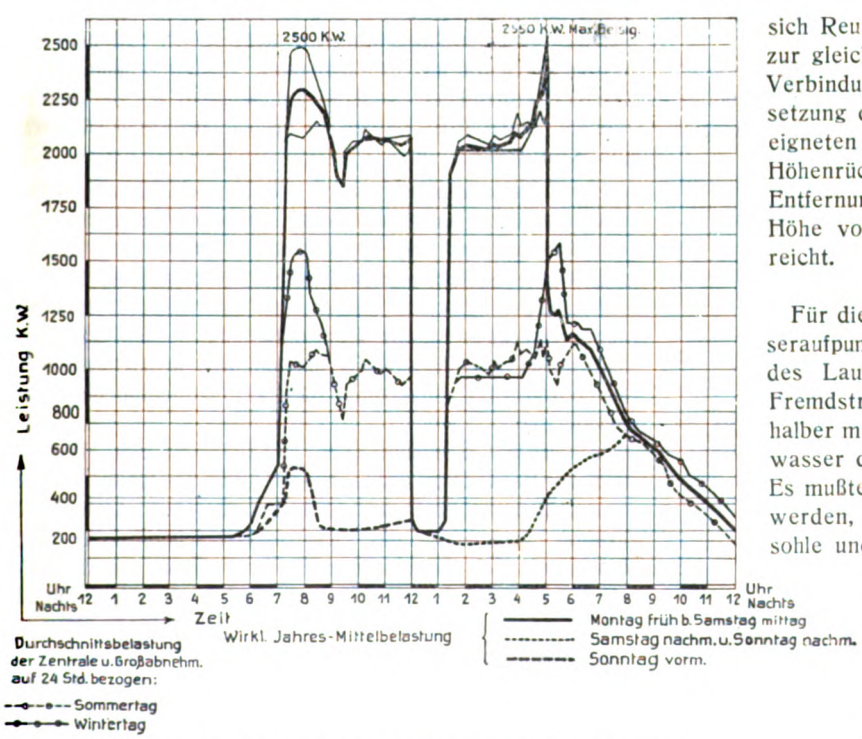


Abb. 2. Belastungskurve des Elektrizitätswerkes Reutlingen.

sich Reutlingen mit der Gemeinde Kirchentellinsfurt zur gleichzeitigen Errichtung des Speicherwerkes in Verbindung mit dem Laufkraftwerk. Die Voraussetzung dafür, die Gelegenheit zur Anlage eines geeigneten Hochdruckspeicherbeckens war auf einem Höhenrücken am Kellerskopf gegeben, der in einer Entfernung von 500 m vom Kraftwerk liegt und eine Höhe von 120 m über dem Maschinenfußboden erreicht.

Die Speicheranlage.

Für die Speicherung war von Anfang an das Wasseraufpumpen mit dem zeitweiligen Kraftüberschuß des Laufkraftwerkes, besonders nachts, und mit Fremdstrom die gegebene Lösung. Der Unterlieger halber mußte darauf verzichtet werden, das Speicherwasser dem Neckar oder dem Kanal zu entnehmen. Es mußten deshalb zwei Speicherbecken angeordnet werden, ein unteres Becken, welches auf der Talsohle und ein oberes Becken, welches 120 m höher auf dem Kellerskopf liegt. Dabei war folgende Ueberlegung maßgebend:

1 PS Leistung benötigt bei dem vorhandenen Höhenunterschied von 120 m zwischen oberem und unterem Becken 0,75 l/sec Wasser; 1 kWh Speicherarbeit aus dem oberen Speicher = 1,5 PSh, er-

Digitized by Google

fordert 4 m³/sec Wasser. Mit 1 kWh Motorleistung lassen sich rund 2,8 m³ aus dem unteren in den oberen Speicher pumpen und mit 4 m³/sec vom oberen nach dem unteren Speicher 1 kWh leisten. Jede Samstags- und Sonntagsspeicherung umfaßt 30 Arbeitsstunden. Der Ausbau des Speichers für diese, also für Wochenausgleich, bietet daher eine um fast 50% erhöhte Ausnutzung der Ueberschußkraft. Unter Rücksichtnahme auf eine Reserve für Niederwasserzeiten wurde eine günstige Lösung bei 300 000 m³ Wasserinhalt im oberen Speicher (= 75 000 kWh je Füllung) gefunden. Der obere Speicher wurde daher für Wochenausgleich zusätzlich einer Niederwasserreserve und der untere Speicher für Tagesausgleich und für einen Inhalt von 40 000 m³ angelegt. Die erstmalige Füllung des unteren Speichers geschieht vom Werkkanal aus. Der Wochenbetrieb gestaltet sich dann vom Werkkanal unabhängig, weil nur der Inhalt des unteren Speichers nach oben gepumpt und zurück wieder ausgenutzt wird. Samstags und Sonntags wird auch dem Werkkanal Speicherwasser entnommen, das auf die Wochentage verteilt zugesetzt und ins Unterwasser abgeführt wird.

Abb. 5. Maschinenhaus-Inneres, links der Speichersatz (Escher, Wyss & Cie.)

Die Anordnung der Maschinenanlage mit der Speichereinrichtung geht aus dem Grundriß (Abb. 3) und aus den Lichtbildern (Abb. 4 u. 5) hervor. Aus Abb. 6 ist das obere Speicherbecken ersichtlich. Die Maschinenanlage für Krafterzeugung und für Kraftspeicherung durch Wasseraufpumpen umfaßt:

1. Zwei Francis Doppelzwillingsturbinen in Heberkesseln für eine Leistung von je 800—950 PS mit je einem Drehstromgenerator gleicher Leistung direkt gekuppelt.
2. Einen Hochdruckmaschinensatz (Abb. 5), bestehend aus einer Speicherpumpe für eine Kraftaufnahme von 1500 PS, einer Francisspiralturbine für eine Leistung von 2000 PS und einem Drehstrom-Synchrongenerator; die Turbine ist starr, die Pumpe auf der anderen Seite magnetisch mit dem Generator gekuppelt.
3. Eine Hochdruckpumpe für eine Kraftaufnahme von 800 PS, durch ein Präzisionsstirnradgetriebe über Magnetkuppelung von einer der beiden Francisturbinen mit liegender Welle angetrieben (Abb. 4).

Die Doppelzwillingsturbinen sind in Heberkesseln eingebaut und jede für eine Höchstleistung von 950 PS bei 300 Umdr/Min. angeordnet in der Art wie für die Südwerke II und III der Stadt München und für das E.W. der Stadt Rosenheim geliefert. Die eine der beiden Turbinen treibt als Speichersatz über ein Stirnradgetriebe die kleinere Speicherpumpe I mit 1000 Umdr/Min., die 350 l/sec Wasser auf 135 m manometrische Höhe fördert. Diese Speicherpumpe nimmt bis zu 800 PS der vom Generator nicht verbrauchten Turbinenleistung auf und arbeitet im regelmäßigen Dauerbetrieb. Ein elektrischer Pumpenantrieb wird auf diese Weise vermieden und damit eine Mehrleistung von ca. 18% erzielt. Der garantierte Wirkungsgrad dieser hydraulischen Speicherung mit direktem Antrieb erreicht 65%[2]), während der Wirkungsgrad bei motorischem Antrieb ohne direkte Kupplung 47% gewesen wäre. Der zweite Speichersatz dagegen wird durch elektrische Kraft aus eigener Wasserkraft oder durch Fremdstrom angetrieben. Seine Pumpenleistung ist 665 l/sec auf 135 m manometrische Förderhöhe = 1500 PS. Als Motor, der diese Leistung auf die Speicherpumpe II überträgt, dient der Generator, der auf der anderen Seite starr mit der Hochdruckspiralturbine zu 2000 PS Leistung und 1000 Umdrehungen gekuppelt ist. Dieser zweite Speichersatz nutzt das gespeicherte Wasser zur Krafterzeugung aus und pumpt elektrisch als Reservemaschine mit Ueberschußkraft vom Laufwerk und bei Ausnutzung von Fremdstrom Wasser auf, arbeitet also mit dem geringeren Wirkungsgrad. Die beiden Pumpen vom Speichersatz I und II besitzen verstellbare Leitapparate und hydraulisch gesteuerte Kugelschieber. Während die Leitradschaufeln der kleinen Speicherpumpe in Verbindung mit dem Turbinenregler stehen und selbsttätig auf die jeweils für die Speicherpumpe überschüssige Turbinenleistung einstellen, erfolgt die Leitradverstellung der großen Pumpe vom Speichersatz II elektrisch von der Schaltanlage aus. Die Pumpen saugen aus einem wasserabwärts gelegenen Vorbecken, in welchem das Saugrohr der Spiralturbine mündet. Das Vorbecken steht wieder mit dem Unterwasserspeicherbecken in Verbindung, so daß fehlendes Wasser von dort entnommen und Ueberschußwasser dorthin abgegeben werden kann. Eine Entlastung besteht nur zum Unterwasser des Kraftwerkes.

Die Druckrohrleitung ist in Eisen ausgeführt, auf Betonklötze gelagert und verankert. Ihr lichter Durchmesser ist 1000/900/800 mm. Die Rohrleitung ist 540 m lang und endet am oberen Speicherbecken in einer Rohrkammer, in der ein selbständiger Abschlußschieber und unterhalb ein Belüftungsventil eingebaut ist. In der Rohrleitung pendelt das Wasser bald aufwärts, bald abwärts hin und her, je nachdem Wasser zur Speicherung aufgepumpt oder zur Krafterzeugung zurückgeleitet wird.

Das untere Speicherbecken ist zwischen dem Werkkanal und der Verbindungsstraße gelegen. Seine Sohle ist mit Letten eingeschlämmt; die Böschungen sind betoniert und wasserdicht geputzt. Die Sohle des Oberwasserspeicherbeckens liegt in Liasletten. Die Böschungen sind mit Beton verkleidet, der Böschungsfuß in Letten eingebettet und der Anschluß mit einem Lettendreieck gedichtet. Nach rückwärts ist eine Entlastung vorgesehen. Das Speicherbecken hält dicht.

Das Laufkraftwerk arbeitet jetzt seit über einem Jahr. Das Speicherwerk kam etwas später in Betrieb. Im ersten Betriebsjahre wurden 4 300 000 kWh ins Stadtnetz abgegeben.

[2]) Das ist viel, wenn man bedenkt, daß vor 10 Jahren der Turbinenwirkungsgrad 75% gewesen ist.

Digitized by Google

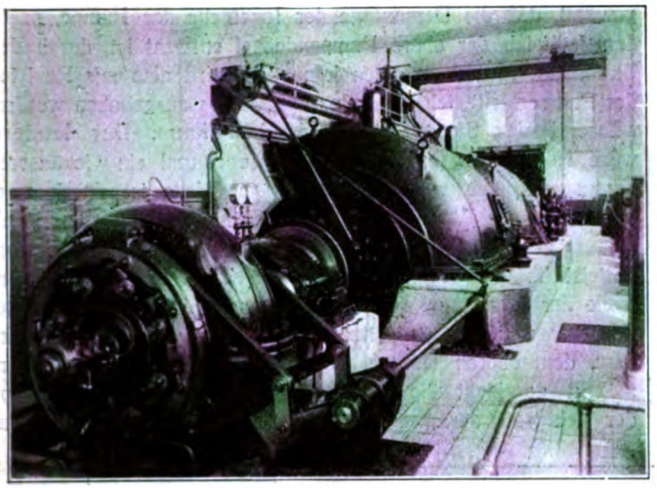


Abb. 4. Speicherpumpe, mit der einen Turbine gekuppelt.

Abb. 6. Oberes Speicherbecken auf dem Kellerskopf.

Bei solch kleineren Speicherwerken wie in Reutlingen ist es wichtig, daß der elektrische Antrieb der Pumpen vermieden und wenigstens 1 Pumpensatz direkt angetrieben werden kann. Zu einem rechnerisch schon festgestellten, um 18% höherem Wirkungsgrad des direkten Antriebes kommt der wichtige Umstand, daß bei kleinerer Belastung ein Antriebsmotor einen geringeren Wirkungsgrad aufweist, der den Pumpenwirkungsgrad weiterhin herabsetzt, so daß die Pumpenleistung zeitweise Null oder nahezu Null ist. Die oberen Speicher kleinerer, durch elektrische Uebertragung angetriebener Speicherpumpen sind daher vielfach leer. Bei einer Einrichtung wie in Reutlingen liegen aber die Dinge so, daß die gesamte im Stadtnetz nicht verwertete Kraft der einen Turbine von der Pumpe aufgenommen und zur hydraulischen Speicherung benutzt wird, so daß die Pumpe jede am Generator frei gewordene Belastung aufnimmt und Speicherwasser fördert.

Die Lieferung des hydraulischen Teiles der Turbinen zum Kraft- und Speicherwerk der Stadt Reutlingen, der Pumpen und der Schieber war der Firma Escher, Wyss & Co. und jene des elektrischen Teiles für das Laufwerk der Maschinenfabrik Eßlingen übertragen, während der Drehstrom-Synchronmotorgenerator von den Bergmannwerken, Berlin, geliefert ist. Die Ausführung des baulichen Teiles oblag der Firma Züblin & Co., Stuttgart und Thormann & Stiefel, Augsburg im Gemeinschaftsbetrieb. (W. 195.)

Die Pumpenanlage der Zentrale Rempen des Kraftwerks Wäggital.

Nach Mitteilungen der Firmen Gebr. Sulzer, Winterthur und Maschinenfabrik Oerlikon.

Das von der A.G. Kraftwerk Wäggital erstellte Wäggitalwerk ist mit 140 000 PS die größte Wasserkraft-Anlage der Schweiz.[1]) Es ist als reine Winter-Zentrale erstellt worden, das heißt während der Sommermonate wird das Wasser aufgespeichert, um während des Winters zur Energie-Erzeugung verwendet zu werden.

Das Wäggitalwerk ist als zweistufige Anlage mit zwei terrassenförmig übereinander gelagerten Maschinenhäusern erstellt worden. Der Stausee ist im Becken von Innertal angelegt worden. Ein Stollen von 3‰ Gefälle führt das Wasser bis über die Zentrale Rempen, wo es in zwei Sulzer-Druckleitungen übergeht und zu den Turbinen des zirka 200 m tiefer liegenden Maschinenhauses geleitet wird. Nach dem Austritt aus dem Maschinenhaus wird das Wasser im kleineren Rempen-Stausee abermals gefaßt. Von hier leitet ein zweiter Stollen von 5,8‰ Gefälle das Wasser bis oberhalb Siebnen, von wo es in zwei ebenfalls von der Firma Sulzer montierten Druckleitungen der zirka 160 m tiefer liegenden Zentrale zugeführt wird. Die Höhendifferenz zwischen dem obersten Seespiegel und dem Ausflußbecken in Siebnen beträgt 455,5 m, wovon nach Abzug der Gefälleverluste in den Stollen und Druckleitungen im Maximum noch ein nutzbares Gefälle von zirka 435 m verbleibt.

Die maximale Höhe des Wasserspiegels im Stausee Innertal ist auf Kote 900. Der Stausee hat eine Länge von zirka 4,5 km und umfaßt bei höchstem Wasserstand eine Oberfläche von 4,2 km². Als tiefster Wasserstand im Betriebe wurde Kote 855 angenommen, die 10 m über der Sohle des Stausees liegt, was ein Nachsaugen von Luft in den Stollen auch bei tiefstem Seestand ausschließt. Der nutzbare Inhalt beträgt 148 Mill. m³. Für die Erstellung der Staumauer im Schräh bestanden im inneren Wäggital die günstigsten geologischen Verhältnisse. Die Krone der Staumauer liegt 2 m über dem maximalen Seestand, also auf Kote 902. Sie erhebt sich rund 68 m über dem Talboden, während das Fundament bis zirka 45 m unter diesen reicht. Die Mauer ist an der Basis 75 m breit und verjüngt sich bis zur Krone auf 4 m. Ueber die Mauerkrone führt die See-Rundstraße, die teilweise in Felsen gehauen werden mußte.

Von den 140 000 PS der ganzen Anlage leistet die Zentrale Rempen 76 000 PS. Sie ist mit vier Turbinen von je 19 000 PS ausgerüstet. Jeder der vier Drehstromgeneratoren hat eine Leistung von 13 000 kW bei einer Spannung von 8800 Volt, die in der gleichen Zentrale auf 50 000 Volt umtransformiert wird.

Im Sommer und soweit Kraft zur Verfügung steht, auch im Winter wird aus dem Staubecken Rempen, zur Erhöhung der Wasserreserve im Stausee und um Abfallkraft aufzuspeichern, Wasser in den Stausee gefördert. Im Maschinenhaus Rempen wurden außer den vier Turbinensätzen noch vier

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, 1925, H. 9 und 10, S. 152 und 165.

Digitized by Google

Sulzer-Pumpenaggregate aufgestellt. Jeder Pumpensatz besteht aus einer durch vertikalen Synchron-Motor angetriebenen und mit diesem fest gekuppelten vertikalen dreistufigen Hochdruckzentrifugalpumpe von 5000 PS Kraftaufnahme. Die Pumpen fördern durch die Druckleitungen vom Rempenbecken in den Stausee normal 1250 l/sec auf eine mittlere manometrische Förderhöhe von 245 m bei einer Umdrehungszahl von 750/min und einem Kraftverbrauch von 5100 PS.

Um auch beim Pumpbetrieb das Rempenbecken voll ausnützen zu können, mußten die Pumpen in stehender Anordnung gebaut werden; der Wasserspiegel soll sich 10 m absenken können, während die für die Pumpen zulässige maximale manometrische Saughöhe 6 m beträgt. Erfahrungsgemäß soll die in einem Zentrifugalpumpenlaufrad zu erzeugende Förderhöhe, wenn das Rad große Saughöhen, wie sie im vorliegenden

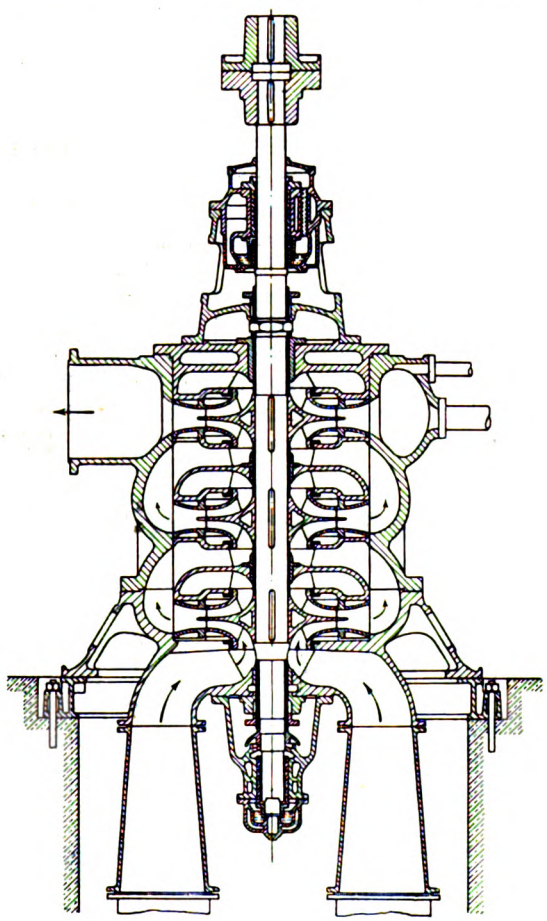


Abb. 1. Dreistufige, vertikale Sulzer-Hochdruckzentrifugalpumpe.

Fall vorkommen, zu überwinden hat und wenn man dabei vor raschen und gefährlichen Auswaschungen und Zerstörungen gesichert sein will, ca. 90 bis 100 m nicht überschreiten. Bei der angegebenen mittleren manometrischen Förderhöhe ergibt sich eine dreistufige Pumpe, wie sie in der Abb. 1 schematisch dargestellt ist. Die Pumpe besitzt symmetrisch gebaute Laufräder mit doppelseitigem Wassereintritt, wodurch der Schubausgleich in achsialer Richtung bei gleichen Spielen in den Spaltdichtungen ein vollkommener ist. Die Laufräder und Leiträder, Abb. 2, sind aus bester zinkfreier Bronze; das zu bequemerem Transport und Montage über der ersten Stufe radial geteilte Pumpengehäuse, die zwischen den einzelnen Stufen liegenden Umströmstücke und der obere Gehäusedeckel sind aus Spezialgußeisen hergestellt. Die Bohrung des Pumpengehäuses und diejenige des Stators des Antriebsmotors ist so gewählt, daß die Demontage der Innenteile der Pumpe, nachdem lediglich der obere Pumpendeckel entfernt ist, durch den Stator des Motors erfolgen kann. Es wird also zur Revision der Pumpen lediglich der Rotor des Motors ausgehoben werden, während der Stator stehen bleiben kann. Der letztere wäre lediglich zu entfernen, wenn je einmal ein Gehäuseteil herausgenommen werden müßte. Die Welle ist durch zwei außerhalb der Wasserräume der Pumpe liegende vertikale Lager geführt, die mit automatischer Oelschmierung vermittelst Transportschnecken und mit Thermometer zur Kontrolle der Lagertemperatur ausgerüstet sind. Die Lagerkörper sind wassergekühlt und sitzen direkt auf dem Gehäuseunterteil bzw. dem oberen Deckel. Beim oberen und unteren Wellenaustritt geschieht die Abdichtung vermittelst Baumwollzopf, der sich trotz der großen Wellendimensionen tadellos bewährt

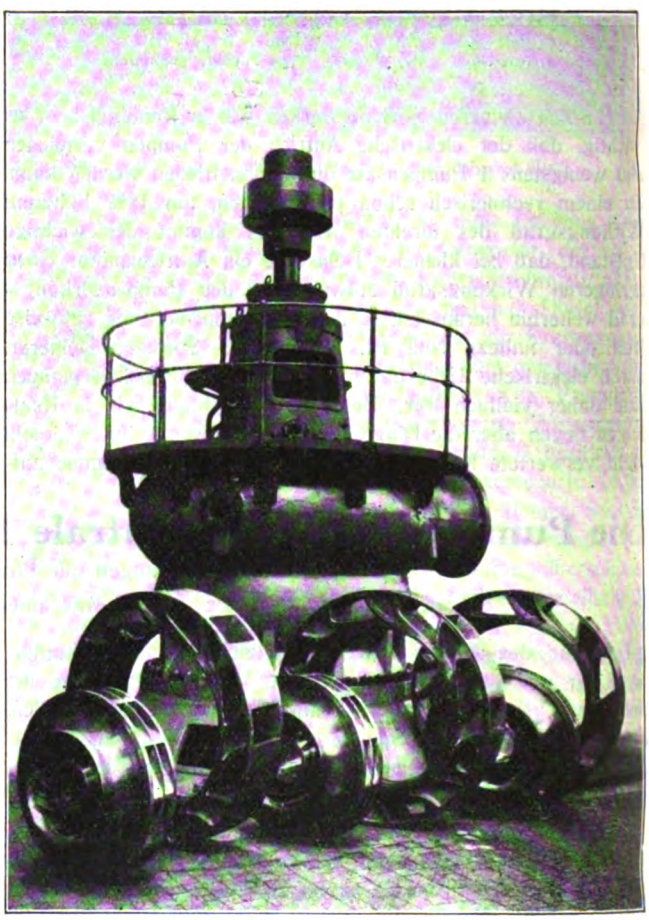


Abb. 2. Eine der im Maschinenraum der Zentrale Rempen aufgestellten Sulzer-Zentrifugalpumpen.

hat. Selbstverständlich sind auch die nötigen Vorkehrungen getroffen, um den Austritt von Oel aus den Lagern, oder den Eintritt von Spritzwasser in dieselben zu verhindern. Die Pumpe hat zwei Saugöffnungen; die beiden an diese angeschlossenen Saugrohre tauchen direkt in den unter dem Maschinenhaus liegenden Saugkanal. Das Füllen der Saugleitung und Pumpe erfolgt mittelst Wasserstrahlluftpumpe, so daß die Fußventile in den Saugleitungen wegfallen konnten. Der Anschluß des horizontalen Druckstutzens der Pumpe an die Druckleitung ist aus der auch den ganzen Einbau der Pumpe im Souterrain des Maschinenhauses zeigenden Abb. 3 ersichtlich. Das aus dem oberen Wellendurchgang, zwischen oberem Deckel und oberem Lagerständer, frei abfließende Wasser wird teilweise zur Kühlung der Pumpen- und Motorlager verwendet. Die Druckwasserleitung zur Wasserstrahl-

Digitized by Google

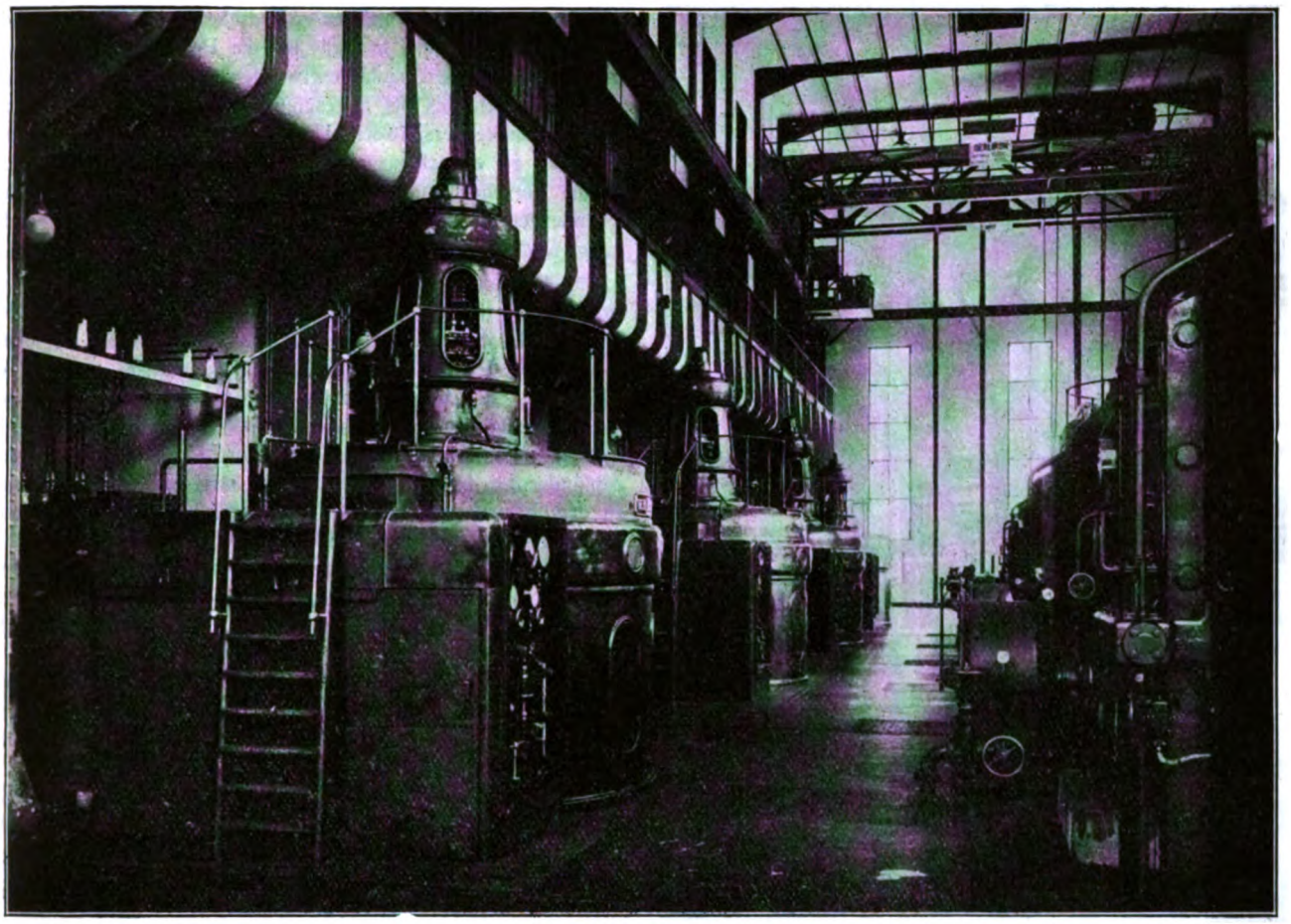


Abb. 4. Akkumulieranlage Rempen des Kraftwerkes Wäggital. Links die Pumpengruppen, rechts die Generatorgruppen.

luftpumpe, wie auch die Entlüftungsleitung zu der Pumpe sind mit hydraulisch gesteuerten Absperrschiebern ausgerüstet.

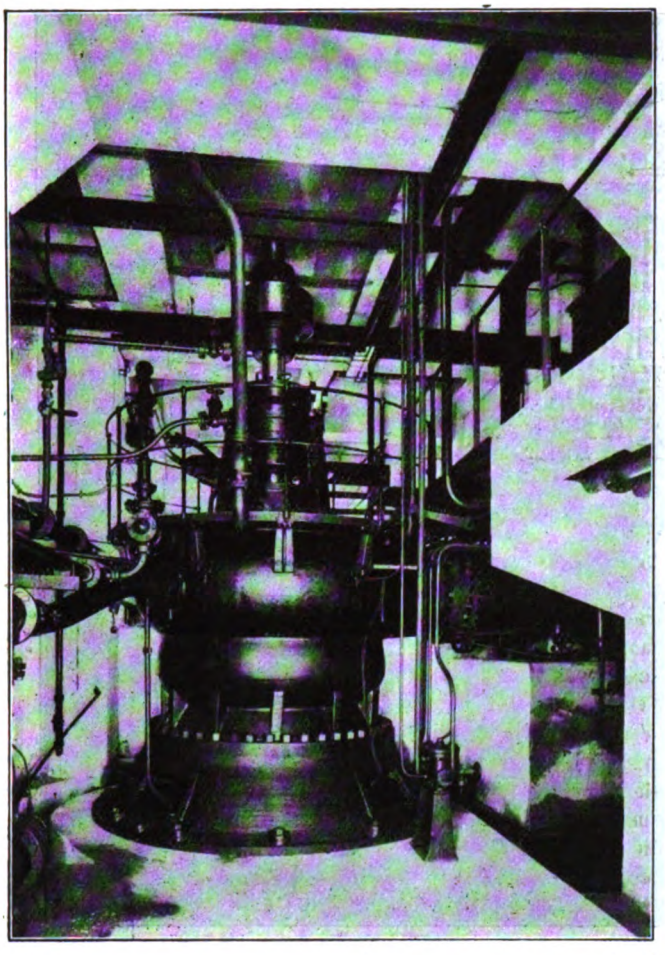
Wie aus den Abb. 2 und 3 ersichtlich, sind die Pumpen mittelst leicht lösbaren Scheibenkupplungen mit den vertikalen Antriebsmotoren fest gekuppelt; das Gewicht des Pumpenrotors wird somit vom Spurlager des Motors aufgenommen. Die konischen Stiften lassen sich leicht lösen beim Abkuppeln der Pumpen, wenn der Motor zum Phasenschieben verwendet werden soll. Beim Zusammenkuppeln wird der Pumpenrotor mittelst einer kleinen Oeldruckpumpe wieder gehoben.

Wie bereits erwähnt, beträgt die mittlere Förderhöhe 245 m; bei dieser fördert jede der 4 Pumpen 1250 l/sec, bei einem Kraftverbrauch von 5100 PS an der Pumpenwelle und einer Umdrehungszahl von 750 pro Minute. Je nach dem Wasserstand im Stausee und im Rempenbecken variiert nun aber die manometrische Förderhöhe zwischen 215 und 265 m, die Fördermenge und der Kraftverbrauch der Pumpen schwanken also stark. In der Anschlußleitung der Pumpe an die Druckleitung ist nun aber ein Regulierventil eingebaut, mittelst welchem die Fördermenge und damit der Kraftverbrauch der Pumpen der jeweils verfügbaren Wassermenge bzw. der jeweils verfügbaren Leistung entsprechend einreguliert werden kann. Diese Einregulierung kann auch durch Einstellung der Tourenzahl des Motors erfolgen. Die maximale Fördermenge ist bei der kleinsten Förderhöhe zu 1410 lit/sec angenommen, bei einem Kraftverbrauch von 5350 PS. Das Einstellen dieses Regulierventils erfolgt vermittelst einer hydraulischen Steuerung mit Rückführung von dem neben dem Antriebsmotor angebrachten und in Abb. 4 sichtbaren Pumpenbedienungstableau aus von Hand oder elektrisch vom Kommandoraum aus; eine Skala zeigt die jeweilige Oeffnung des Ventils. Von diesem Bedienungstableau aus werden auch die Schieber der Wasserstrahlluftpumpe und der Entlüftungsleitung der Pumpe gesteuert. Das Tableau enthält Mano- und Vakuummeter für Pumpe und Wasserstrahlluftpumpe und einen Tourenzähler.

Das Regulierventil dient auch als Rückschlagklappe beim plötzlichen Unterbruch des Betriebes, z. B. beim plötzlichen Ausbleiben des Stromes; es schließt dann automatisch von selbst. Um die lästigen und lauten Schläge, die beim plötzlichen Schließen entstehen, zu vermeiden, ist das Ventil mit einer Wasserbremse verschen, die so einreguliert ist, daß das Ventil zu Beginn rasch und gegen das Ende langsam schließt. Damit wird nicht nur der Schlag beim plötzlichen Schließen vermieden, sondern es werden auch die Druckstöße in der Druckleitung, die beim plötzlichen Abschalten der Pumpe entstehen, auf das denkbar geringste Maß reduziert, indem nicht nur durch die hydraulisch gesteuerte Umlaufleitung des Ventils, sondern auch durch das Ventil selbst, beim Rückströmen des Wassers in die Druckleitung, Wasser durch die Pumpe abströmen kann. Die Schlußzeit vom Ventil selbst, aber auch vom Umlauf wird so einreguliert, daß ein Rückwärtslaufen der Pumpe nicht eintritt. Abschaltversuche mit allen 4 Pumpen gleichzeitig und unter voller Belastung haben die Zweckmäßigkeit dieser Anordnung vollauf erwiesen; die Druckstöße blieben erheblich unter den für die Druckleitung zulässigen Grenzen.

Die Inbetriebsetzung ist äußerst einfach; nachdem Saugleitung und Pumpe entlüftet, d. h. mit Wasser gefüllt sind, bei geschlossenem Regulierventil, wird die Gruppe auf normale volle Tourenzahl gebracht und dann mittelst des Regulierungs-

Digitized by Google



ventiles belastet. Bei nahezu vollem Stausee, d. h. wenn die maximale Förderhöhe erreicht ist, die Pumpe also gegen eine große Förderhöhe angelassen werden muß, ist die Inbetriebsetzung wegen des bei abgeschlossenem Ventil etwas zu geringen Druckes erschwert. Um auch für diese Fälle sicheres Anlassen zu erreichen, ist jede Pumpe mit einer Leerschußleitung versehen, mittelst welcher vor dem Belasten mit dem Regulierventil, Wasser in den Saugkanal gepumpt werden kann, wodurch genügend hoher Anlaufdruck erreicht wird.

Die 4 Pumpen kamen ohne jede Störung März und Juni 1925 und April und Juli 1926 in Betrieb und arbeiten seit dem ersten Anlassen anstandslos. Eingehende Versuche, bei denen die Wassermengen mit Venturimeter gemessen wurden, ergaben die in den Garantieverpflichtungen vorgeschriebenen Werte bezüglich Wirkungsgrade und Leistungsfähigkeit der Pumpen. Um eine möglichst verlustlose Regelung durch Drehzahländerung ohne Gebrauchsdrosselung auf der Druckseite zu ermöglichen, sind die Antriebsmotoren für 10% Drehzahlregelung als Asynchron-Motoren mit Schlupfregelung im Läufer gewählt worden, welche aber auch als Synchronmotoren mit Phasenkompensation bei Vollast und Leerlauf arbeiten können. Die Motoren leisten im synchronen Lauf bei $\cos \varphi = 1$:6500 PS und bei $\cos \varphi = 0$ als Phasenschieber 5000 kVa. Das Anlassen der Motoren erfolgt mittelst kombinierter Anlaßvorrichtung vom Schaltschrank neben dem Motor, Abb. 4, mittelst Anlaßtransformator im Ständer und Widerstand im Läufer. Letzterer ist als Heißwasserwiderstand mit beweglichen Elektroden ausgebildet, und dient zugleich als Schlupfwiderstand. (W. 190.)

Abb. 3. Souterrain der Zentrale Rempen mit einer der vier aufgestellten Sulzer-Zentrifugalpumpen.

Die Pumpenspeicheranlage Tremorgio.[1])

Der Tremorgio-See mit einer Oberfläche von 360 000 m² bildet durch einen Aufstau um 2 m und eine Absenkung um 26 m einen nutzbaren Speicherraum von 7,6 Mio m³ und ist bei einem natürlichen Zufluß von etwa 4,5 Mio m³ im Jahre zur Jahresspeicherung auch in wasserarmen Jahren ausreichend. Bei einem mittleren Gefälle von 830 m liefert das für 10 000 kW ausgebaute Spitzenkraftwerk jährlich 7—8 Mio kWh und dient als Ergänzung des Kraftwerkes Biaschina in Bodio, welches das verarbeitete Spitzenwasser mit 225 m Gefälle weiter ausnutzt. Das

[1]) Schweiz. Bauztg., 1927, Bd. 89, H. 1, S. 1, H. 2, S. 30, und H. 11, S. 141.)

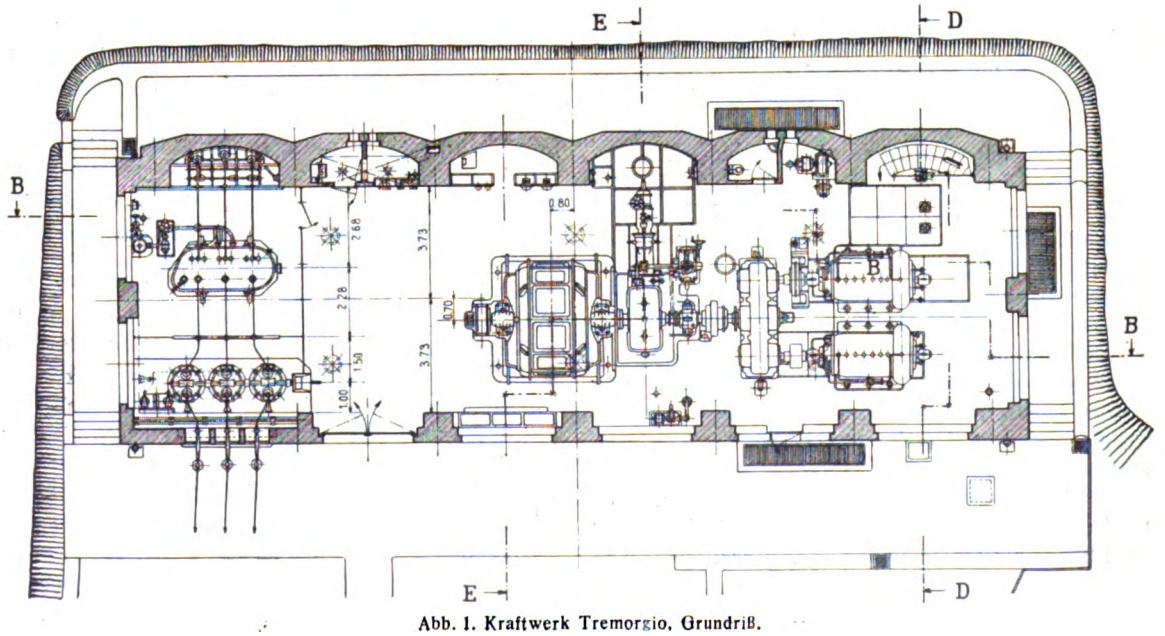


Abb. 1. Kraftwerk Tremorgio, Grundriß.

Digitized by Google

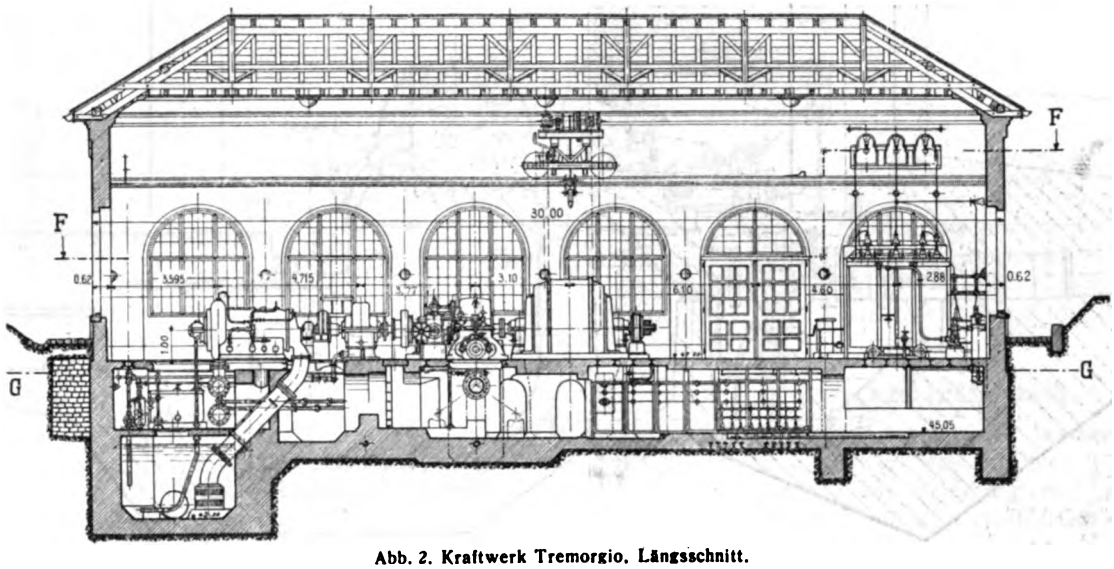


Abb. 2. Kraftwerk Tremorgio. Längsschnitt.

weiter unterhalb geplante Kraftwerk Monte Piottino wird die aus dem Speicher entnommene Wassermenge dann nochmals mit 300 m Gefälle verarbeiten.

Die Wasserentnahme aus dem Lago Tremorgio erfolgt 28,5 m unter dem Seespiegel durch einen 62 m weit unter dem Ufer vorgetriebenen Entnahmestollen; den Uebergang zum Druckstollen bildet ein 36 m tiefer, senkrechter Schieberschacht. Der Druckstollen von 180 m Länge leitet in eine 1570 m lange Druckrohrleitung von 700—550 mm Durchmesser bei 7—29 mm Wandstärke über, welche aus Wassergas-geschweißten Flußeisenblechen hergestellt ist. Die einzelnen Rohrschüsse von 12 m Länge sind im oberen Teil mit zweireihigen konischen Nietmuffen, Bauart Thyssen, ausgestattet. Im unteren Teil sind aufgeschweißte Bundringe und lose Flanschen mit konischen Dichtungsnuten und Rundgummidichtungen angewendet. Das Maschinenhaus Abb. 1 und 2, enthält einen Maschinensatz, bestehend aus einer Freistrahlturbine von 15 000 PS Höchstleistung bei 750 Umdr./Min. mit Doppelregulierung durch Nadel- und Strahlablenker der Firma Escher, Wyß & Cie. Vor die Turbine ist ein Kugelschieber von 500 mm l. W. mit hydraulischer Betätigung vorgebaut. Abb. 3 und 4 zeigen den Einbau der Turbine.

Der unmittelbar gekuppelte Drehstromgenerator ist für eine Dauerleistung von 10 000 kW bei 50 Per./sek. gebaut. Im Maschinenhaus selbst ist ein gleich großer Transformator zur Spannungserhöhung auf 50 000 Volt zur Uebertragung der Leistung nach Bodio aufgestellt. Da das vorhandene Staubecken des Tremorgio-Sees durch die natürlichen Zuflüsse nicht vollständig gefüllt wird, wird dem Tessin oberhalb des Kraftwerkes durch ein eingebautes Wehr mit Stauklappen von 1,20 m Höhe das Pumpenwasser in einer Menge von 0,8—0,9 m³/sek. entnommen. Die Stauklappen von 18,8 m Gesamtbreite und 1,20 m Höhe werden durch Holzstäbe hochgehalten. Bei Hochwasser brechen die Stäbe unter dem erhöhten Wasserdruck und die Klappen fallen um; mittels eines Flaschenzuges, der auf einem über den Fluß gespannten Drahtseil läuft, können die Klappen wieder aufgerichtet werden. Zur Wasserreinigung dient eine Entsandungsanlage, Bauart Dufour; ein Ausgleichbecken von 350 m³ Nutzinhalt ist in den Zulaufkanal eingeschaltet und dient zur weiteren Ausscheidung des etwa von der Reinigungsanlage her doch noch mitkommenden Schlammes. Vom Ausgleichbecken zur Pumpenanlage führt eine geschlossene Betonrohrleitung, in welche an einer Stelle zwei Rohre unter einem Winkel von 35° bzw. 45° gegen die Senkrechte vom Terrain aus führen. Diese seitlichen Rohre dienen zum Einführen von Flügeln für die Vornahme von Wassermessungen im Zuleitungskanal zur Pumpe.

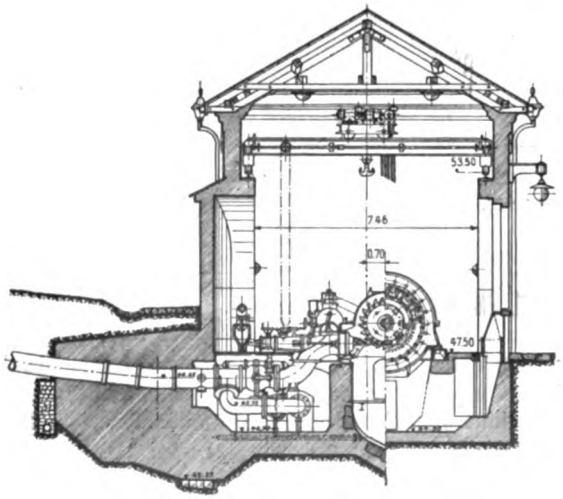


Abb. 3. Kraftwerk Tremorgio, Querschnitt.

An dem freien Wellenende der Turbine, Abb. 1 und 2, sind mittels eines Maag-Stirnradgetriebes mit Rädern aus vergütetem Chromnickelstahl zwei gleichgroße Hochdruckpumpen für je 410 l/sek. Fördermenge gegen 920 m manometrische Förderhöhe bei 1000 Umdr. angebaut. Abb. 5 gibt den Längsschnitt einer solchen 9stufigen Pumpe. Die Pumpen sind die größten ihrer Bauart bei einer Gesamtbaulänge von 4,62 m. Die Uebersetzung von 750 : 1000 Umdrehungen wurde mit Rücksicht auf die besten konstruktiven Verhältnisse für die Pumpen gewählt.

Während die eine der beiden gleichgebauten und gegeneinander in ihren Bestandteilen auswechselbaren Pumpensätze mit dem Getriebe gekuppelt ist, ist die zweite Pumpe durch eine Magnetkupplung je nach der verfügbaren Ueberschußleistung abschaltbar, so daß durch die gewählte Anordnung einerseits volle Reserve für die Pumpenleistung geschaffen ist, anderseits bei wechselnder Ueberschußarbeit stets ein möglichst hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht werden kann. Die beiden Pumpen zusammen nehmen 12 810 PS auf, welche der Generator im Motorlauf abgeben kann. Im Kellergeschoß ist ein Reservoir für die beiden Saugleitungen geschaffen, aus welchem

Digitized by Google

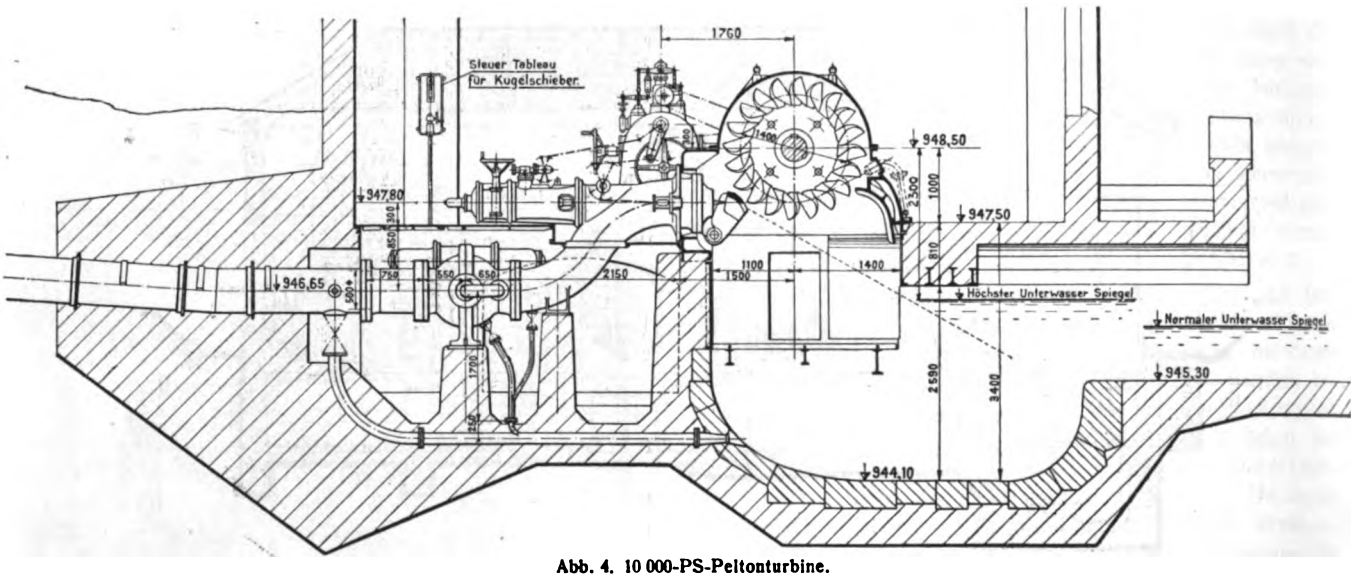


Abb. 4. 10 000-PS-Peltonturbine.

die Pumpen auch mittels Ejektoren, welche aus der Druckleitung über ein Reduzierventil gespeist werden, aufgefüllt werden. Die Bedienung der Ringschieber für die Pumpen erfolgt über Servomotoren vom Maschinenhaus aus. Beim Schließen eines Druckschiebers wird selbsttätig ein Hilfsschieber geöffnet, welcher einen gewissen Teil der Fördermenge in das Unterwasser der Turbine entläßt damit auch bei längerem Laufen der Pumpen gegen den geschlossenen Schieber keine unzulässige Erwärmung auftritt. Gegen das Rückwärtslaufen der Pumpen beim Ausbleiben des Stromes sind Rückschlagklappen mit hydraulisch gesteuerten Umlaufleitungen vorgesehen.

Anläßlich der späteren Aufstellung der Pumpengruppe wurde das zunächst nur für die Stromerzeugung bemessene Maschinenhaus verlängert. Bemerkenswert ist die Ausbildung der bergseitigen Wände des Hauses als Staumauer mit Pfeilerbögen zum Schutz gegen etwaige Lawinen. Die Gesamtanlage, die nach Projekt und unter Bauleitung der A.G. Motor-Columbus in Baden ausgeführt ist, zeichnet sich durch ihre außerordentliche Einfachheit und Klarheit in der Aufstellung aus, auch die Rohrführung und Leitungsführung im Kellergeschoß ist außerordentlich einfach entwickelt. (W. 184.)

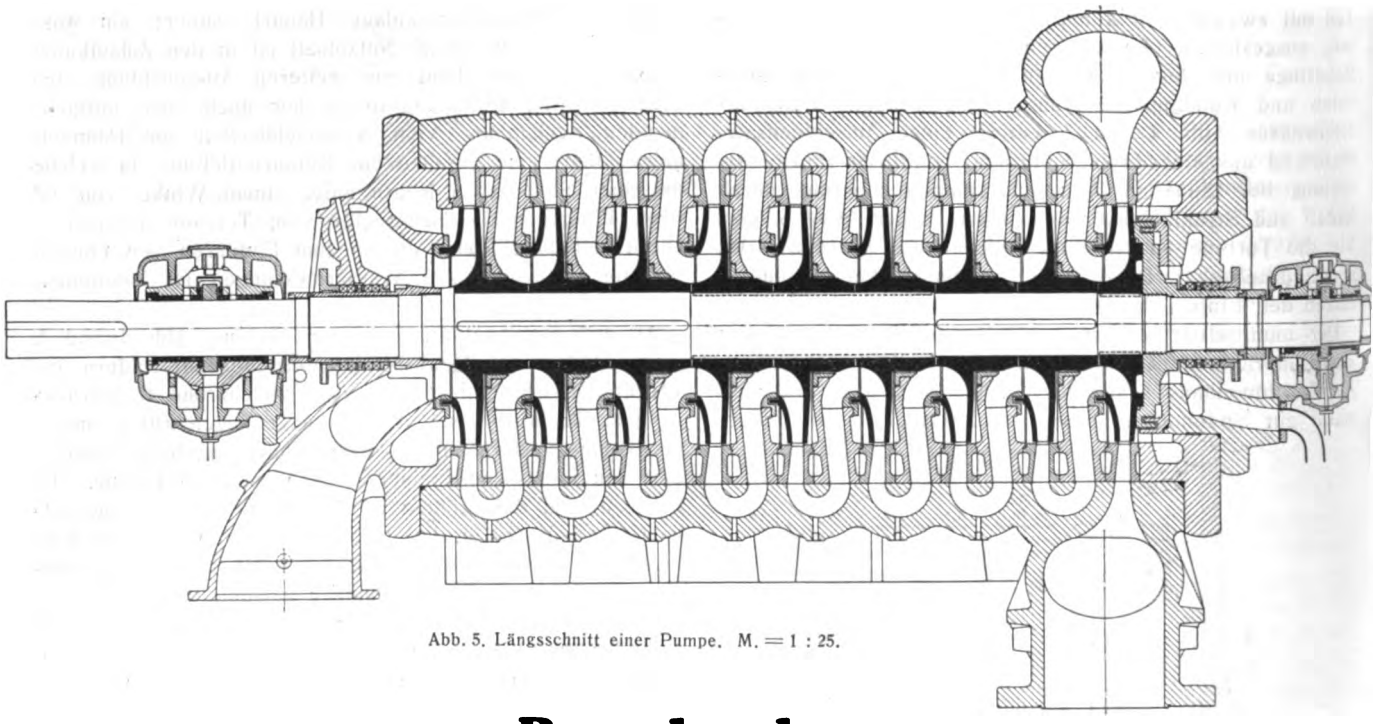


Abb. 5. Längsschnitt einer Pumpe. M. = 1 : 25.

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Die Pumpenspeicheranlage Hemfurth an der Edertalsperre.

In Ergänzung der in Heft 12 Seite 174 gebrachten kurzen Erwähnung sei nachstehend eine Skizze der interessanten Gesamtanordnung gebracht, welche dadurch bemerkenswert ist, daß hier erstmals für die Verbindung von elektrischer Maschine, Turbine und Pumpe die vertikale Aufstellung durchgeführt wurde. In der Mitte des Maschinenschema sitzt die Spiralturbine mit schräg hinausgezogenem Saugrohr, welches von der Welle nach unten durchsetzt wird. Darunter befindet sich, auf der Oberseite zugänglich, die Pumpe, deren Saugrohr von unten kommt und dem Turbinensaugrohr seitlich aus-

Digitized by Google

weicht. Das aus der Edertalsperre kommende bisherige Grundablaßrohr wird nunmehr verzweigt, der gerade Durchgang als Grundablaß bleibt bestehen, nach oben und unten geht je eine mit Kugelschieber verschließbare Abzweigung zur Turbine bzw. zur Pumpe. Diese Bauart war nötig, da die Grundablasse entsprechend der wasserwirtschaftlichen Aufgabe der Edertalsperre als Speisewasservorrat für Kanal-

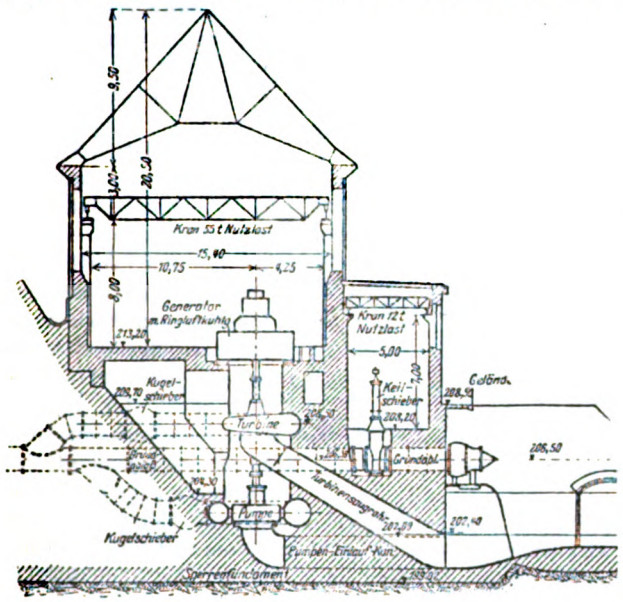


Abb. 1. Pumpenspeicheranlage Hemfurth an der Edertalsperre.

speisungen wie als Hochwasserschutz unbedingt beibehalten werden mußten. Das Beruhigungsbecken der Grundablasse dient zugleich als Ansaugebehälter für die Pumpen, so daß der aus wasserwirtschaftlichen Gründen jeweils einzustellende Wasserabfluß durch den Pumpbetrieb gegen früher unverändert bleibt.

Bei einer Drehzahl von 250 i. d. Min. leistet jede Turbine bei 41 m Höchstgefälle und 18,1 m³/sec Wassermenge 7860 PS; jede Pumpe ist für eine Förderhöhe von 37,5 m und eine Wassermenge von 13,7 m³/sec berechnet. (W. 219.)

Pumpenspeicheranlage Herdecke des rheinisch-westfälischen Elektrizitätswerkes.

In einem der Verbrauchsschwerpunkte des rheinisch-westfälischen Industriegebietes wird gegenwärtig eine große Pumpenspeicheranlage errichtet, in welcher die größten bisher zur Ausführung gekommenen Maschinensätze dieser Art Verwendung finden.

Bei Hagen hat der Ruhrverband eine Flußkläranlage errichtet: Bei Hengstey wird das Ruhrtal am Fuße der Hohen Syburg auf eine Länge von 4 km und eine Breite von 400 m überstaut, um eine Kläranlage für das Flußwasser zu schaffen. Das Gefälle von 4,5 m, das hierdurch entsteht, wird in einem Kraftwerk ausgenutzt. Außerdem wird der benachbarte Höhenzug zur Anlage eines Staubeckens von 1,2 Mill. m³ Inhalt verwendet, welches ein Gefälle von 160 m bis zum Ruhrtal ergibt. Nach dem ursprünglichen, bereits in der Literatur mehrfach erwähnten Projekt sollten im Krafthaus an der Ruhr vier Maschinensätze zur Aufstellung kommen, je bestehend aus einer horizontalen Spiralturbine für eine Höchstleistung von 48 000 PS, somit die stärksten Turbinen Deutschlands und die stärksten bekannten Hochgefällsturbinen.

Drei von diesen Maschinensätzen werden außerdem mit Speicherpumpen gekuppelt, deren jede bei einer größten Förderhöhe von 166 m 12 m³/sec Wasser fördert und 32 5000 PS aufnimmt. Bei einer Förderhöhe von 149 m leistet jede Pumpe 13,6 m³/sec bei einer Kraftaufnahme von 34 000 PS. Dabei übertreffen diese Pumpen alle bisher bekannten Ausführungen und sogar die für die Ourtalsperre projektierten Pumpen.

Die Jahresarbeit der Anlage wird 120 Mill. kWh betragen.

Neuerdings hat das Projekt noch Ergänzungen erfahren hinsichtlich der Gesamtanordnung, womit auch eine Steigerung der Leistung verknüpft sein soll. Ueber Einzelheiten hoffen wir zu gegebener Zeit noch berichten zu können.

Die Turbinen und die übrige Kraftausrüstung wird von J. M. Voith geliefert, die Pumpen gemeinschaftlich von Voith und Sulzer. (W. 198.)

Energiewirtschaft.

Betriebspläne und ihre Anwendung in Wasserkraftanlagen.

In der Zeitschrift „Power" vom 13. April 1926, Seite 561, bespricht P. F. Kruse das Verfahren, nach welchem Betriebspläne für Wasserkraftanlagen aufgestellt werden können an dem Beispiel des School-Street-Kraftwerkes. Ueber das Verfahren haben wir auf Seite 136 dieser Zeitschrift, Jahrgang 1926, berichtet, über die Anlage selbst auf Seite 199 desselben Jahrgangs.

In Abbildung 1 sind nun über der Generatorleistung die Wasserverbräuche von Maschine 1—4 einerseits und Ma-

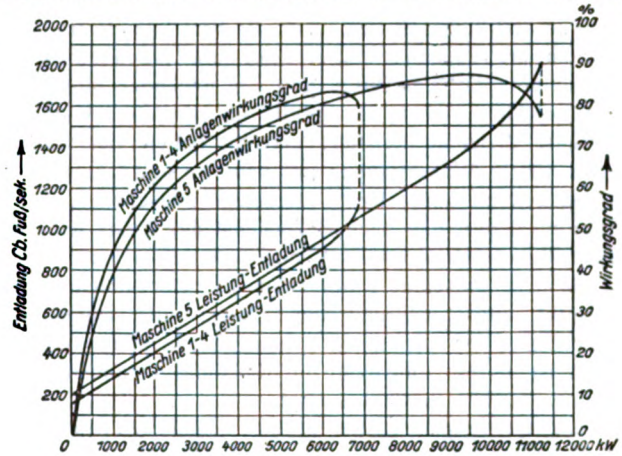


Abb. 1. Wasserverbrauch und Gesamtwirkungsgrad der Aggregate.

schine 5 anderseits und die Anlagen-Wirkungsgrade, d. h. der Wirkungsgrad von Wassereinlauf bis zur Sammelschiene aufgetragen (statt Entladung sollte es in den Abbildungen besser: Wasserverbrauch heißen.)

In Abbildung 2 sind dann die Differentialquotienten $\frac{dkW}{dQ}$ gebildet, welche bekanntlich als Kriterien bester Wasserausnützung dienen. In Abbildung 3 sind nun verschiedene Möglichkeiten untersucht: Nach Plan C würde jede folgende

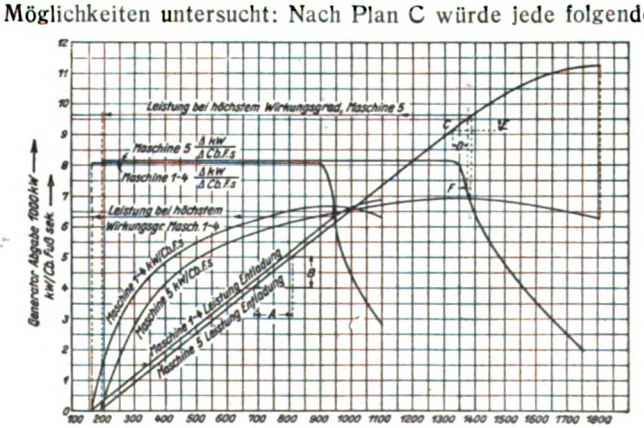

Leistung bei höchstem Wirkungsgrad, Maschine 5
Maschine 5
Maschine 1-4
Leistung bei höchstem Wirkungsgr. Masch. 1-4
Entladung in Cb. Fuß/sek.

Abb. 2. Differentialquotient d kW der Aggregate.

Digitized by Google

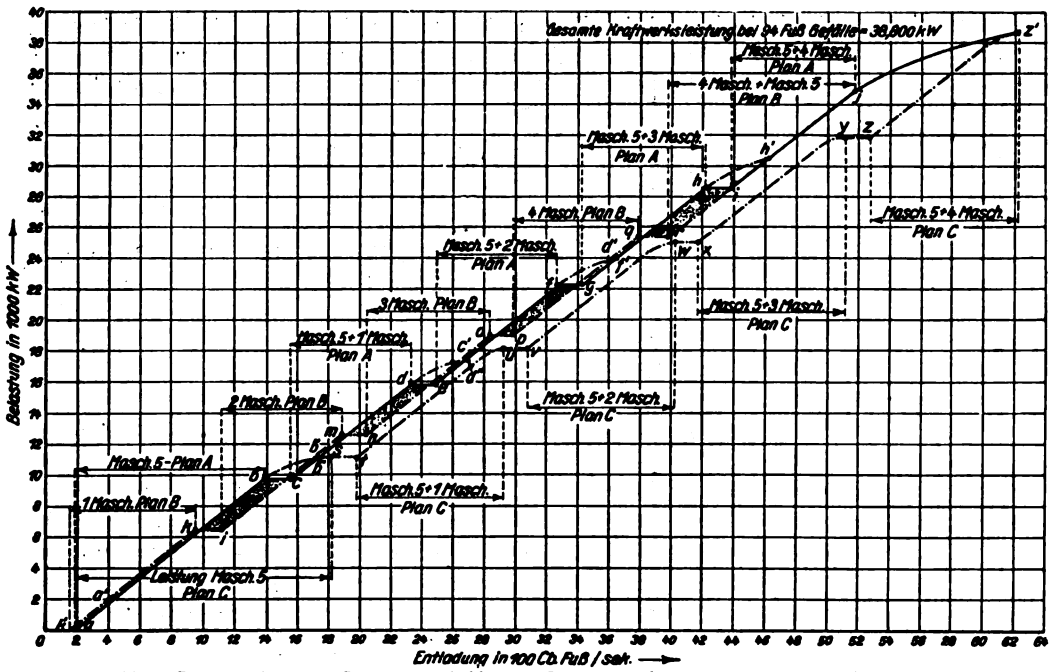

Gesamte Kraftwerksleistung bei 94 Fuß Gefälle = 38,800 kW
Masch. 5+4 Masch. Plan A
4 Masch. + Masch. 5 Plan B
Masch. 5+3 Masch. Plan A
4 Masch. Plan B
Masch. 5+4 Masch. Plan C
Masch. 5+2 Masch. Plan A
3 Masch. Plan B
Masch. 5+3 Masch. Plan C
Masch. 5+1 Masch. Plan A
2 Masch. Plan B
Masch. 5+2 Masch. Plan C
Masch. 5 - Plan A
1 Masch. Plan B
Masch. 5+1 Masch. Plan C
Leistung Masch. 5 Plan C
Belastung in 1000 kW
Entladung in 100 Cb. Fuß / sek.

Abb. 3. Die verschiedenen Betriebsmöglichkeiten: Leistung abhängig vom Wasserverbrauch.

Maschine erst eingeschaltet, wenn die bereits im Betrieb befindlichen ihre Höchstleistung erreicht haben; die Pläne A und B sehen vor, daß das Zuschalten der folgenden Maschinen schon geschieht, wenn die bereits im Betrieb befindlichen Aggregate diejenige Leistung erreicht haben, bei welcher die zugeführte Wassermenge mit dem b e s t e n Wirkungsgrad ausgenützt wird. Der Unterschied zwischen A und B ist nur noch der, daß nach B zunächst der Reihe nach die 4 alten Maschinen je 6900 kW eingeschaltet und am Schluß erst die neue Maschine 5 mit 11 200 kW Höchstleistung zugeschaltet wird, während der Plan A die umgekehrte Reihenfolge: erst die große, dann die kleinen, vorsieht. Plan A ist als der günstigste in Abbildung 4 dann für verschiedene Gefälle durchgerechnet.

Dieser Betriebsplan ist für die drei Gefälle: 28,1 m, 28,7 m und 29,3 m durchgerechnet und erstreckt sich bis zu der höchsten erreichbaren Leistung des Kraftwerks. Ueber den besten Wirkungsgrad hinaus soll die Turbine nur belastet werden, wenn das Zwischenschalten einer neuen Turbine höheren Wasserverbrauch bedingen würde, als die Ueberlastung der bereits laufenden Turbinen. Die Belastung verläuft dann nach den Linien b = b", d", f' und h' der Abbildung 3 und den entsprechenden Kurven der Abbildung 4. Wenn beispielsweise die Maschine 5 mit zwei der übrigen Maschinen 1—4 parallel arbeitet und alle mit bestem Wirkungsgrad laufen, und wenn eine neue Maschine zugeschaltet werden soll, so erkennt man aus dem Diagramm, daß die erforderliche Mehr-Wassermenge am besten ausgenützt wird, wenn der Maschine 5 300 kW und den beiden anderen Maschinen je 100 kW auferlegt werden.

Ein solcher Betriebsplan soll nicht als starres Schema gelten; er kann es auch nicht, da er auf zwei Voraussetzungen aufgebaut ist, nämlich der dauernden Betriebsbereitschaft aller Aggregate und zweitens, daß die vom Kraftwerk entsprechend der verfügbaren Wassermenge erzeugbare Leistung immer kleiner ist als der jeweilige Strombedarf des Netzes. Ist dies nicht der Fall, so hat bei Anlagen ohne Speichermöglichkeit Wassersparen keinen Sinn, bei Anlagen mit Speichermöglichkeit dagegen hängt die Frage, ob wirklich gespart wird, nicht nur vom Betriebswirkungsgrad der Anlage, sondern auch von der Aufnahmefähigkeit des Speicherbeckens ab. Der ganze Fragenkomplex wird schließlich auch noch durch den Wasserbedarf eventueller Unterlieger wesentlich kompliziert.

Auf die Aufstellung und Durchführung solcher Betriebspläne wird zum Beispiel in Schweden hoher Wert gelegt, vergleiche hierzu die Ausführungen von Sten Velander in dieser Zeitschrift 1926, Heft 16, Seite 194, wo ebenfalls die rationelle Betriebsführung und Lastverteilung und die Berücksichtigung des höchsten Gesamtwirkungsgrades eingehend geschildert wird.

Dr. S c h i l h a n s l.

(W. 186.)

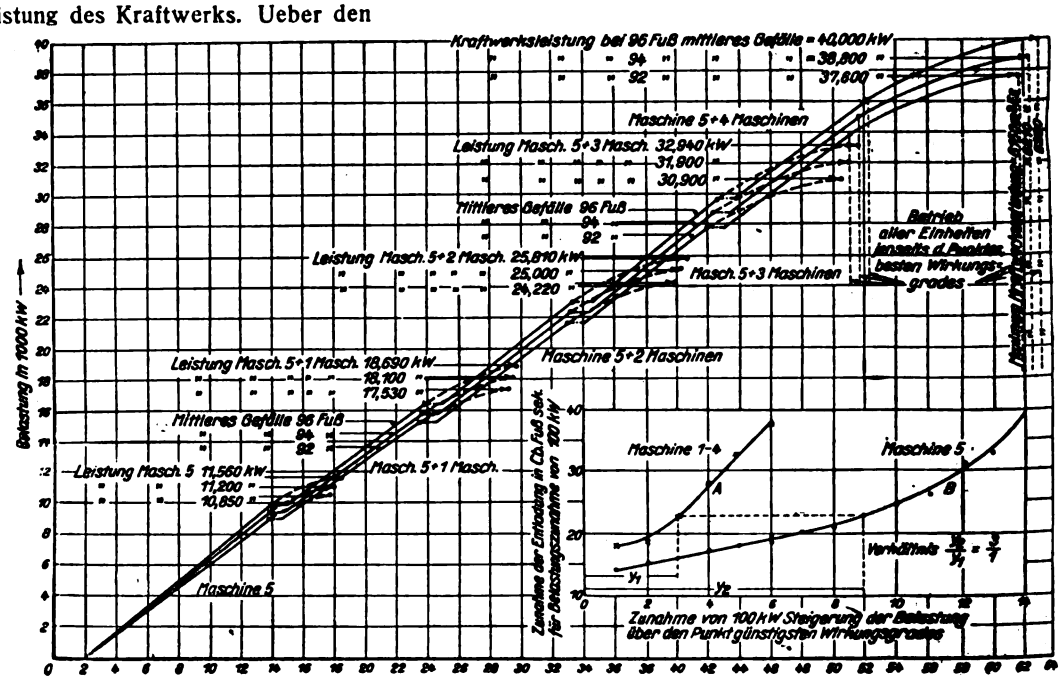


Abb. 4. Betriebsführung nach dem Plan A der Abb. 3.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I.

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 18 — 15. SEPTEMBER — 1927

Aus dem Inhalt: Die Berechnung von Werkkanälen bei großen Wassermengen. / Der Austausch elektrischer Energie zwischen Deutschland und der Schweiz. / Kavitationserscheinungen in Grundablaßrohren und Stollen von Talsperren. / Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N. / Carlo Bonomi † / Bemerkungen zum Krümmerproblem. / Rundschau: Neue Planseeprojekte. / Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Nordtirol. / Die Aenderung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen. / Literatur. / Buchbesprechungen. / Zeitschriftenschau. / Ausschuß für bautechnische Bodenkunde.

Zur Berechnung von Werkkanälen bei großen Wassermengen.

Von Ingenieur Gottfried Lindorfer, Wien.

Bei Niederdruckanlagen für kleinere Wassermengen sind die Werkkanäle zumeist als einfache Gerinne für gleichförmige Wasserbewegung angelegt, somit unter einer solchen Sohlenneigung, daß der Wasserspiegel bei normalem Betriebswasser parallel zur Sohle verläuft.

Bei Großkraftanlagen sind die hydraulischen Vorgänge in der Regel nicht so einfach; dort vollzieht sich bei zweckmäßiger Anlage das Fließen im Werkkanal (Oberwassergraben) nach den Grundsätzen der ungleichförmigen (verzögerten) Wasserbewegung. Beim Entwurf von Großwasserkraftanlagen wird das Bestreben vorwalten, das Nutzgefälle $\mathfrak{H}$ auf das Größtmaß zu bringen, aus welcher Forderung sich die Frage nach dem wirtschaftlich günstigsten Nutzgefälle, der wirtschaftlich günstigsten Sohlenneigung des Werkkanales (Oberwassergrabens) bei gegebener Einlauftiefe ergibt.

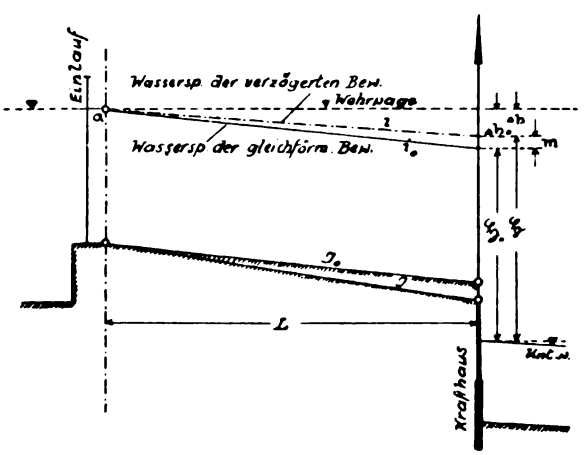


Abb. 1.

Würde man (Abb. 1) das Sohlengefälle des Werkgrabens derart festlegen, daß gleichförmige Wasserbewegung auf der ganzen Kanallänge entsteht, so wären Sohlen- und Spiegelgefälle parallel ($J_0 = i_0$). Diese Sohlenneigung ist aber nicht die wirtschaftlich günstigste, weil sie zu großen Druckhöhenverlust verursacht. Ist die Sohlenneigung steiler als die der gleichförmigen Wasserbewegung entsprechende ($J > i_0$), so entsteht verzögerte Fließbewegung und eine Anstauung m des Wasserspiegels gegenüber der früheren Annahme. Je steiler die Sohlenneigung, desto größer dieser Anstau, der an der Stelle des Krafthauses dem Nutzgefälle zugute kommt.

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{H}_0 + m$$

Man gewinnt an Nutzleistung, hat aber ein höheres Anlagekapital zu verzinsen, denn infolge der vergrößerten Sohlenneigung erhöht sich die Wassertiefe und damit vermehren sich die Aushubkosten. Die wirtschaftlich günstigste Sohlenneigung ist nun diejenige, bei welcher trotz der erhöhten jährlichen Zinsen der größte Ueberschuß zufolge des Mehrertrages an elektrischer Kraft gewährleistet ist.

Digitized by Google

Diese Frage nach der günstigsten Sohlenneigung hat Dr.-Ing. Rudolf Tillmann im Jahre 1920 in der „Wasserkraft“[1]) unter den „Neueren Verfahren der graphischen Hydraulik als Hilfsmittel beim Entwerfen von Wasserkraftanlagen“ nach einem von Dr.-Ing. Karl Söllner angegebenen graphischen Verfahren behandelt.[2])

Nach dem graphischen Verfahren von Söllner ist der Verfasser dieser Abhandlung bei manchen seiner Projektierungen vorgegangen; die Methode liefert genaue Resultate, doch ist sie zufolge der großen Zahl der zu entwerfenden Kurven ziemlich zeitraubend.

Ich habe deshalb versucht, das Rechenverfahren nach einer der geeignetsten Stauformeln anzuwenden, wobei sich gezeigt hat, daß bei geschickter Wahl der einzusetzenden Größen Ergebnisse erzielt wurden, welche mit den Werten, die auf Grund der genauen Methode nach Söllner gewonnen werden, überraschend gut übereinstimmen.

Das vom Verfasser empfohlene Näherungsverfahren ist auf der Stauformel von Bubendey[3]) aufgebaut.

Die Stauformel von Bubendey ist unter der Voraussetzung eines rechteckigen Querschnittes des Gerinnes entwickelt, die dabei abgeleiteten mathematischen Beziehungen sind ganz einwandfrei und ohne irgendwelche grobe Vernachlässigung eines Wertes erhoben. Falls die Voraussetzung eines ∞ breiten rechteckigen Querschnittes zutrifft, ist die Formel vollkommen exakt. Die folgenden Darlegungen sollen nun zeigen, daß die Bubendeysche Formel auch bei gegebenem Trapezquerschnitt des Gerinnes ohne bedeutsame Beeinträchtigung des genauen Resultates zur Lösung der gegenständlichen Aufgabe herangezogen werden kann in solchen Fällen, wo die Breite des Werkkanals etwa das zehnfache der Wassertiefe oder mehr beträgt.

Wie wenig die auf diese Weise erhaltenen Näherungswerte von den exakten abweichen, sei an demselben Beispiel gezeigt, das Tillmann im angeführten Aufsatz behandelt hat.

Es war dort vorliegend:

$Q = 400$ m³/sec . . . . . normale Betriebswassermenge.

$L = 13600$ m . . . . . Länge des Oberwerkgrabens.

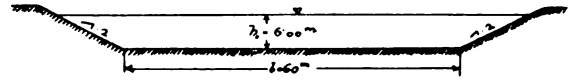


Abb. 2.

Anfangsquerschnitt des Kanales (identisch mit dem bei gleichförmiger Wasserbewegung) gemäß Abb. 2.

Die Wirtschaftlichkeits-Rechnung sei hier nicht wiederholt; sie ist ganz einfach und bei Tillmann eingehend dargelegt; übrigens ist sie für die Lösung der vorliegenden Aufgabe nebensächlich. Um den Nachweis der Verwendbarkeit der Bubendeyschen Formel zu erbringen, handelt es sich bloß um die Bestimmung des Anstaues an der Stelle des Krafthauses, um die Bestimmung der Größen Δh, den Druckabfall gegen die Wehrwage am Krafthaus (Abb. 1). Ergeben sich nach dem Näherungsverfahren auf Grund der Bubendeyschen Formel die Größen Δh nur mit ganz geringfügigen Abweichungen gegenüber den Werten nach Söllner, so ist die Verwendbarkeit der Näherungsmethode bewiesen, umsomehr, als zufolge der notwendigen Wahl eines Rauhigkeitswertes „n“ in der Geschwindigkeitsformel (hier und bei Tillmann in der Formel von Ganguillet-Kutter $n = 0{,}025$) auch jedem exakten Verfahren eine gewisse unvermeidliche Unsicherheit anhaftet.[4]) [5])

Die Geschwindigkeitsformel $v = k \cdot \sqrt{Ri}$ nach Ganguillet-Kutter hat die Eigenschaft, daß k selbst wieder eine Funktion von R und i darstellt. Es ist daher notwendig, bei der Bestimmung von k gewissenhaft vorzugehen, die Gefällsverhältnisse und die hydraulischen Grundwerte innerhalb der Staustrecke gebührend zu berücksichtigen.

Berechnungvorgang:

Als Vorarbeit für das Näherungsverfahren ist die Berechnung der Wassertiefen erforderlich, welche bei dem gegebenen Trapezquerschnitt (Abb. 2) und bei verschiedenen Sohlenneigungen eintreten würden, wenn im Werkkanal gleichförmige Wasserbewegung ($Q = 400$ m³) vorhanden wäre. Beispielsweise sei für die angenommenen Werte

$J_1 = 0{,}000200 = 0{,}20‰$,
$J_2 = 0{,}000150 = 0{,}15‰$,
$J_3 = 0{,}000120 = 0{,}12‰$,
$J_4 = 0{,}000100 = 0{,}10‰$ und
$J_5 = 0{,}000080 = 0{,}08‰$

für das Sohlengefälle, gleichförmige Wasserbewegung vorausgesetzt, die Wassertiefe ermittelt. Ebenso sei i_0 berechnet, d. i. das bei gleichförmiger Wasserbewegung und 6,00 m Wassertiefe (Einlauftiefe) vorhandene Gefälle.

Diese Berechnungen lassen sich nur mittelbar durch mehrmaligen Versuch oder durch graphische Auftragung vornehmen, bieten jedoch keine Schwierigkeiten. Auch bei Tillmann müssen diese Berechnungen, überdies in viel größerem Umfange, durchgeführt werden.

Man erhält:

Sohlenneigung: J	0,000 200	0,000 150	0,000 120	0,000 100	0,000 080	0,000 050 4
Wassertiefe	$4{,}24_7$ m	$4{,}59_6$ m	$4{,}87_2$ m	$5{,}10_6$ m	5.39_5 m	$6{,}00_0$ m

$$i_0 = \frac{v_0^2}{k_0^2 R_0} = \frac{Q^2 \cdot U_0}{k_0^2 \cdot F_0^3} = \frac{0{,}1726}{k_0^2}$$

$k_0 = 58{,}5$ $\qquad i_0 = 0{,}000{,}050\,4 = 0{,}050\,4‰$

Die Bubendeysche Gleichung für die Berechnung der Staulänge setzt rechteckige Querschnittsflächen voraus. Wir ersetzen daher das Trapezprofil durch ein flächengleiches Rechteck von der gleichen Breite. (Mittellinie des Trapezes als Breite gerechnet.)

Der nächste Schritt besteht nun darin, für die verschiedenen angenommenen J-Werte jeweils bei gleichförmiger Wasserbewegung und der gegebenen Wasserführung ($Q = 400$ m³ in unserem Falle) die Wassertiefe a des Ersatzrechteckes zu bestimmen. Sie ergibt sich in erster Annäherung durch die Gleichung:

$$a = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{k^2 \cdot B^2 \cdot J}} \quad \text{. . . . . Gl. 1)}$$

denn

$$J = \frac{v^2}{k^2 \cdot R} = \frac{Q^2}{k^2 \cdot B^2 \cdot a^3}$$

Dies gilt, streng genommen, jedoch nur für sehr breite Rechtecksquerschnitte, bei welchen $R = a$, der hydraulische Radius gleich der Tiefe ist.

[1]) „Die Wasserkraft“, 1920, Heft 24, S. 210. Verlag Richard Pflaum, München. Auch als Sonderdruck erschienen.

[2]) „Ueber Stau- und Senkungskurven“: Oest. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst, 1917, Heft 18 und 19. Auch als Sonderdruck erschienen im Selbstverlage des Verfassers.

[3]) J. F. Bubendey: „Praktische Hydraulik“. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Auflage, 3. Teil, 1. Band. „Die Gewässerkunde“, S. 527.

[4]) Bei dem unmittelbar mit Explosivstoffen aus dem Fels ausgesprengten Sals Creek Ableitungskanal im Little River Drainage District, Mo., U.S.A., wurden von C. E. Ramser Messungen bezüglich des Kutterschen „n“ vorgenommen. Die Abflußmengen wurden bei zwei verschiedenen Wasserständen und bei zwei verschiedenen Kanallängen bestimmt, die Messungen erstreckten sich auf 7 Querschnitte. Die mit Hilfe dieser Meßresultate errechneten „n“-Werte liegen zwischen 0,0385 und 0,0420. („Eng. News Rec.“, 1924.)

[5]) Der im Mühlebach bei Burgdorf gemessene „n“-Wert ergab 0,0264. Dabei besteht dort die Sohle aus einem Bretterboden, die Wände aus Betonmauern. Der geschätzte „n“-Wert wäre jedenfalls kleiner ausgefallen (0,020). (Weyrauch, Hydr. Rechnen, 5. Aufl., 1921, S. 141.)

Digitized by Google

In unserem Falle ist jedoch R nicht gleich a; wir rechnen daher a aus der Beziehung:

$$a \cdot B \cdot k \sqrt{R \cdot J} = Q \quad \text{. Gl. 2)} \qquad a = \frac{Q}{B\, k \sqrt{R\, J}}$$

B . . . Breite des Rechteckes, bzw. Mittellinie des Trapezquerschnittes. Gl. 1) kann in Gl. 2) die Bestimmung von R erleichtern.

Man ersieht, daß der Kuttersche Wert k von großem Einfluß auf die Bestimmung von a ist. Das Ergebnis in der Bubendeyschen Gleichung ist für Aenderungen von k sehr empfindlich. Für eine gewissenhafte Bestimmung von k müssen, wie erwähnt, die Gefälls- und Reibungsverhältnisse der Staustrecke genau berücksichtigt werden.

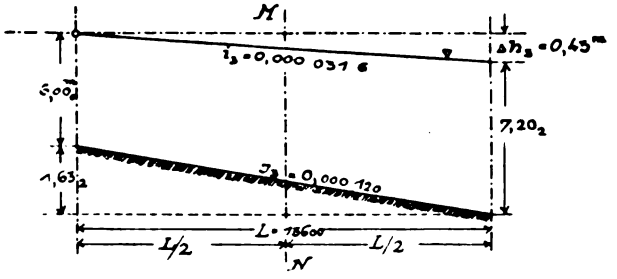


Abb. 3.

Am Schlusse dieser Abhandlung sind die errechneten Ergebnisse tabellarisch zusammengefaßt.

An einem beliebigen Gefällswert J der Sohle ($J_3 = 0{,}000120$) sei jedoch zur besseren Erläuterung der ganze Rechnungsvorgang dargelegt.

Der Druckabfall gegenüber der Wagrechten an der Stelle des Krafthauses ist für $i_0 = \Delta h_0$ (Abb. 1).

$$\Delta h_0 = 13\,600^m \cdot 0{,}000\,050\,4 = 0{,}68^m \quad \text{. . . . Gl. 3)}$$

Bei der Sohlenneigung $J_3 = 0{,}000\,120$ ist der Wasserspiegel sicherlich höher als bei der Sohlenneigung $J_0 = 0{,}000\,050\,4$, der Druckabfall Δh_3 jedenfalls kleiner als $\Delta h_0 = 0{,}68$ m, und seine Größe kann mit ziemlicher Sicherheit geschätzt werden. Wir nehmen versuchsweise für $\Delta h_3 = 0{,}43^m$ an (Abb. 3).

$$\Delta h_3 = 0{,}43^m \text{ gewählt} \quad \text{. . . . . Gl. 4)}$$

Somit ist dann die Spiegelneigung

$$i_3 = \frac{0.43}{13\,600} = 0{,}000\,031\,6$$

Der Querschnitt MN in der Mitte zwischen Anfangs- und Endprofil des Werkkanales (Abb. 3) sei für die Berechnung von k als maßgebend herangezogen.

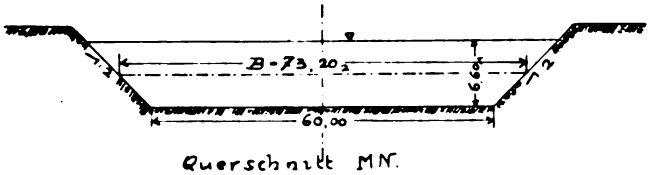


Abb. 4.

Für den Querschnitt MN gilt (Abb. 4):

$$F = 483\ m^2$$
$$U = 89{,}5\ m$$
$$R = 5{,}40\ m \qquad \sqrt{R} = 2{,}324\ m^{1/2}$$
$$k_3 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{0{,}000\,031\,6}}{1 + (23 + 49{,}1)\frac{0{,}025}{2{,}324}} = \frac{23 + 40 + 49{,}1}{1 + 72{,}1 \cdot 0{,}01076} = \frac{112{,}1}{1{,}7756} = 63{,}1\ ^{6})$$

[6]) Die k-Werte können mit hinreichender Genauigkeit auch aus Tabellen oder graphischen Tafeln entnommen werden.

Nun folgt die Berechnung der Wassertiefe a des Ersatzrechteckes gemäß Gl. 2):

$a_3 \cdot B_3 \cdot k_3 \cdot \sqrt{R'_3 \cdot J_3} = Q = 400\ m^3$ . . . . . Gl 5)

wobei $B_3 = 69{,}74$ m Breite des Rechteckquerschnittes bei gleichförmiger Wasserbewegung = Mittellinie des Trapezquerschnittes bei gleichf. Wasserbewegung.

R'_3 . . . hydraulischer Radius des vorläufig noch unbekannten Rechteckprofiles.

$J_3 = 0{,}000\,120$ . . . Sohlenneigung des Werkkanales.

$k_3 = 63{,}1$ . . . Kutterscher Wert, nach dem Spiegelgefälle und den Rauhigkeitsverhältnissen der Staustrecke berechnet.

R'_3 bestimmen wir in erster Annäherung aus Gl. 1):

$$R_3 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{K_3^2 B_3^2 J}} = \sqrt[3]{\frac{400}{63{,}1^2 \cdot 69{,}74^2 \cdot 0{,}000120}} = 3{,}81^m$$

Gl. 5) lautet dann:

$$a \cdot 69{,}74 \cdot 63{,}1 \sqrt{3{,}81 \cdot 0{,}000\,120} = 400$$
$$a = 4{,}259\ m$$

Das verbesserte R_3 : $R_3 = \frac{F_3}{U_3} = \frac{69{,}74 \cdot 4{,}259}{78{,}26} = 3{,}79^m$

Dieser Wert für R_3 in Gl. 5) eingesetzt, verändert a_3 auf

$$a_3 = 4{,}25^m$$

Mit diesem Wert $a = 4{,}25_8$ wird in die Bubendeysche Stauformel eingegangen.

Die Bubendeysche Gleichung für die Berechnung der Staulänge l lautet (vgl. Abb.5):

$$l \cdot J = (H - h) + a\left(1 - \frac{\alpha \cdot J \cdot k^2}{g}\right)\left[\psi\left(\frac{H+a}{a}\right) - \psi\left(\frac{h+a}{a}\right)\right] \quad \text{Gl. 6)}$$

Gl. 6) lautet in unserem Falle:

$$0{,}000\,120 \cdot l =$$
$$= (H - h) + a\left(1 - \frac{1{,}11 \cdot 0{,}00012 \cdot 3982}{9{,}81}\right)\left[\psi\left(\frac{H+a}{a}\right) - \psi\left(\frac{h+a}{a}\right)\right]$$

$h + a = 6{,}00^m$ . . . . . für den Anfangspunkt A des Werkkanales.

$h = 1{,}74_2^m$ . . . . . Stauhöhe in A.

$l = 13\,600^m$ . . . . . Staulänge.

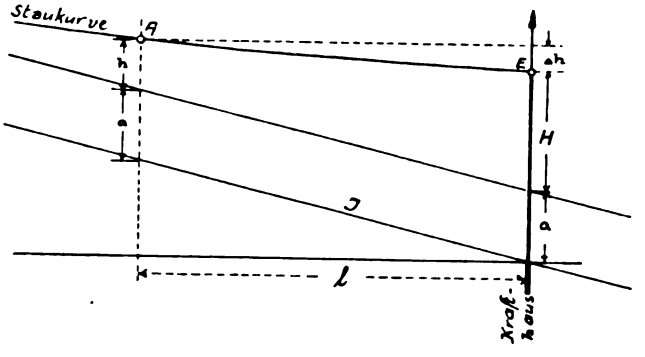


Abb. 5.

Wir erhalten:

$$0\,000\,120 \cdot 13\,600 =$$
$$(H - 1{,}742) + 4.25_8 (1 - 0{,}054_1) \cdot \left[\psi\left(\frac{H+a}{a}\right) - \psi(1{,}409)\right]$$
$$1{,}63_2 + 1{,}74_2 = H + 4.25_8 \cdot 0{,}94_6 \cdot \left[\psi\left(\frac{H+a}{a}\right) + 1{,}206\right] \quad \text{. Gl. 7)}$$

In dieser Gleichung ist sowohl das Argument H, wie auch der Funktionswert von $\left[\frac{H+a}{a}\right]$ unbekannt, eine Lösung somit nur durch mehrmaliges Eingehen mit Versuchswerten möglich. Da bei richtiger Wahl von Δh_3 die Summe (a+H) gleich der Wassertiefe des Werkkanales an der Stelle des Krafthauses sein muß, ergibt sich ein erster Näherungswert für H.

$$a + H = 7.20_2^m$$
$$H = 2.94_4^m$$

Digitized by Google

Gl 7) lautet dann:

$$3{,}37_4 = H + 4{,}02_6\,[:(1{,}691) + 1{,}206] = H + 4{,}02\,[-1{,}099 + 1{,}206]$$
$$3{,}37_4 = H + 0{,}43_1$$
$$H = 2{,}94_3 \quad \ldots\ldots\ 2.\ \text{Näherungswert für H.}$$

Mit diesem zweiten Näherungswert in die Gleichung 7) nochmals eingegangen, würde das Resultat für H nicht ändern. Der Ausdruck

$$a\left(1 - \frac{\alpha \cdot J \cdot k^2}{g}\right)\left[\psi\left(\frac{H+a}{a}\right) - \psi\left(\frac{h+a}{a}\right)\right]$$

gibt schon den Druckabfall Δh_3 an der Stelle des Krafthauses an.

$$\Delta h_3 = 0{,}43_1\ ^m \quad \ldots\ldots\ \text{Gl. 8)}$$

Dieser Wert Δh_3 stimmt mit dem zu Beginn des Rechnungsvorganges gemäß Gl. 4) geschätzten Wert bis auf 1 mm überein. Sollte der errechnete Δh-Wert von dem angenommenen zu viel abweichen, würde die Wiederholung der ganzen Rechnungsoperation auf Grund des nunmehr verbesserten Δh zu einer zufriedenstellenden Uebereinstimmung führen.[7])

Aber man braucht schließlich auch bei mangelhafter Uebereinstimmung diese Rechnung gar nicht nochmals vorzunehmen.

Die beiden Werte für Δh_0 gemäß Gl. 3) und für Δh_3 (Gl. 8) geben schon ein Bild für den Druckabfall an der Stelle des Krafthauses bei verschiedenen Sohlenneigungen des Werkgrabens. Für die Darstellung der Δh/J-Kurve besitzen wir schon zwei Punkte, die uns den ungefähren Verlauf der Kurve angeben und die Berechnung der genauen Werte für die übrigen Sohlengefällswerte J_1, J_2, J_4 .... erleichtern helfen.

Bei einiger Uebung kommt jeder Projektant, ohne näher Anregung zu erhalten, von selbst auf die einzelnen Rechnungsvorteile, um das ganze Verfahren recht kurz gestalten zu können.

Das Verfahren verkürzt sich bedeutend gegenüber dem hier dargestellten, wenn die k-Werte aus Tabellen oder Diagrammen entnommen werden und die einzelnen Zwischenresultate (i, k, a . . . .) tabellarisch oder durch graphische Auftragung zusammengefaßt und kontrolliert werden. In dieser Abhandlung hier sind nur deshalb alle Werte in umständlicher Weise rechnerisch ermittelt, um ihre Größe einwandfrei darzulegen und somit der Wahl der Zwischenwerte keinen Spielraum zu lassen, auf daß die Uebereinstimmung mit dem genauen Verfahren um so deutlicher zu ersehen sei.

In der beigefügten Tabelle sind die Schlußergebnisse für die früher bezeichneten J-Werte zusammengefaßt und die nach dem Näherungsverfahren erhobenen Δh-Werte den präzisen nach Tillmann gegenübergestellt.

Die Differenz in den nach dem angenäherten und nach dem genauen Verfahren ermittelten Δh-Werten beträgt im Höchstmaße bloß 8 mm, innerhalb der für den Zweck der Wirtschaftlichkeitsrechnung in Betracht kommenden Gefälle von 0,10 bis 0,15‰ gar nur 6 mm, ein Unterschied, der bei einer Länge des Kanales von 13 600 m keineswegs von Bedeutung ist, um so weniger, als die Aufgabe nur für Kostenberechnungen einen praktischen Wert besitzt, wobei, wie Tillmann selbst auseinandergesetzt hat, die Grundlagen dafür um 100% im Werte schwanken.

Sohlenneigung J . . .	0,000 050$_4$	0,000 080	0,000 100	0,000 120	0,000 150	0,000 200
k-Werte	58,5	60,4	61,7	63,1	65,2	68,1
a-Werte in Metern . . .	5,93$_1$	5,01$_8$	4,58$_4$	4,25$_3$	3,86$_2$	3,42^9
Δh-Werte in Metern nach Lindorfer	0,68$_3$	0,55$_9$	0,49$_0$	0,43$_1$	0,36$_1$	0,28$_3$
Δh-Werte in Metern nach Tillmann	0,68$_3$	0,55$_1$	0,48$_8$	0,42$_5$	0,36$_1$	0,29$_1$

Würde man der genauen Methode nach Tillmann verschiedene, der vorliegenden Aufgabe angepaßte Geschwindigkeitsformeln, außer Ganguillet-Kutter zum Beispiel die heutzutage immer mehr an Bedeutung gewinnende Formel von Beyerhaus oder die von Gröger, zugrunde legen, so würden die Ergebnisse noch mehr voneinander abweichen als die in der Tabelle.

Größere Genauigkeit gibt das Näherungsverfahren, wenn man die ganze Kanalstrecke in Sektionen teilt und für jede einzelne Sektion das Verfahren in der beschriebenen Weise durchführt.

Brauchbare Näherungsmethoden sind immer von großem Werte, da die Arbeitskraft des Ingenieurs bei allen Projektierungen außerordentlich ins Gewicht fällt, die Zeit heute kostbarer ist als je; und wenn diese Zeilen die Brauchbarkeit eines Näherungsverfahrens für die behandelte Aufgabe beweisen, ist ihr Zweck erfüllt. (W. 872)

[7]) Man braucht bei der Wahl von Δh nicht zu ängstlich zu sein. Abweichungen bis zu etwa 10 cm in unserem Falle haben bei der Berechnung des Kutterschen Wertes für die Ermittlung von a geringen Einfluß, so daß sich die Staukurve noch immer mit hinreichender Genauigkeit ergibt.

Der Austausch elektrischer Energie zwischen Deutschland und der Schweiz.

Von Regierungsbaurat Momber.

Der Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte hat in den letzten Jahrzehnten außerordentliche Fortschritte gemacht, nachdem im Jahre 1891 die schweizerische Firma Oerlikon zusammen mit der A.E.G.-Berlin durch Ausführung der Kraftübertragung Laufen—Frankfurt a. M. den Nachweis erbracht hatte, daß die Verwendung der Energie unabhängig von dem Erzeugungsort gemacht werden kann. In der nachstehenden Zusammenstellung ist die Zunahme der installierten Leistungen und der gesamten Energieerzeugung der schweizerischen Wasserkräfte sowie der Anteil der nach dem Ausland verkauften Energie dargestellt:

Im Jahre		1905	1910	1915	1920	1925
Installierte Leistung	Millionen PS	0,4	0,7	1,0	1,3	1,8
Erzeugte Energie	„ h Wh	600	1200	2,00	3100	4000
Davon Abgabe an das Ausland	„ „	0	100	150	360	650
	= % der ges. Erzeu ung	0	8	8	12	16

Aus dieser Zusammenstellung kann einmal ersehen werden, daß die erzeugte Energiemenge sehr viel rascher angewachsen ist als die ausgebaute installierte Leistung. Von der möglichen Energieerzeugung sind im Jahre 1900 weniger

Digitized by Google

als 20% nutzbar abgegeben, im Jahre 1910 bereits fast 40% und im Jahre 1925 über 70%.

Die Abgabe von elektrischer Energie an das Ausland ist erheblich schneller gewachsen als der Energieabsatz im Inland. Die schweizerischen Wasserkräfte sind ausgesprochene Sommerwasserkräfte, da die Wasserführung der Hochgebirgsflüsse in den Sommermonaten zur Zeit der Schneeschmelze wesentlich größer ist als in den Wintermonaten. So beträgt beispielsweise die Wasserführung des Rheins oberhalb Basel in den Sommermonaten in der Regel mehr als 1000 m³/sec und steigt bei mittlerem Hochwasser auf 2500 m³/sec, während die Wasserführung im Winterhalbjahr etwa zwischen 500 und 800 m³/sec schwankt. Bei mittlerem Niedrigwasser geht sie auf 500 m³/sec und bei niedrigstem Niedrigwasser auf 300 m³/sec zurück. Bei anderen schweizerischen Flüssen ist der Unterschied zwischen der Sommer- und Winterwasserführung noch größer. Die Verwertung der im großen Ueberfluß vorhandenen Sommerenergie der Laufkraftwerke erfolgt zu einem Teil dadurch, daß die Werke mit speicherfähigen Hochdruckwerken zusammengeschlossen werden, die in der Hauptsache — wenn möglich sogar ausschließlich — in den Wintermonaten zur Deckung des Energiebedarfs, insbesondere der Spitzen der Belastung herangezogen werden. So haben zum Beispiel die Bundesbahnen zur Deckung des Energiebedarfs für die Elektrisierung zwei Laufkraftwerke Amsteg und Vernayaz erbaut, die im Sommer fast den ganzen Bedarf decken können, und zwei speicherfähige Werke (Ritom und Barberine), die fast ausschließlich im Winter arbeiten. Ein weiterer Teil der überschüssigen Sommerenergiemengen wird billig an industrielle Werke abgegeben, die sich mit ihrem Kraftbedarf der Darbietung an Energie anpassen können.

Die mögliche jährliche Energieerzeugung der in der Schweiz vorhandenen Wasserkräfte wird nach vollendetem Ausbau auf rd. 20 Milliarden kWh geschätzt, während die derzeitige Energieerzeugung nur rd. 4 Milliarden kWh beträgt. Von Jahr zu Jahr wird es mit steigendem Ausbau der Wasserkräfte schwieriger werden, die verfügbare Wasserkraftenergie dem vorhandenen Bedarf anzupassen. Schon jetzt können selbst in trockenen Sommern etwa 1000 Mill. kWh Sommerenergie in den bisher ausgebauten Werken nicht abgesetzt werden. Diese nicht absetzbaren Energiemengen werden im Laufe der nächsten Jahre sehr erheblich ansteigen, da die Möglichkeit, speicherfähige Wasserkraftwerke zur Ergänzung der Laufkraftwerke mit wirtschaftlichen Mitteln auszubauen, sehr beschränkt ist.

Aus Berichten, die der diesjährigen Baseler Sondertagung der Weltkraftkonferenz vorgelegt worden sind, kann entnommen werden, daß in neueren Niederdruckanlagen der Schweiz die durchschnittlichen Gestehungskosten der kWh sich auf 0,5 bis 1,0 Pf. und weniger belaufen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß ein Teil der erzeugten Energie nur Sommerenergie, also minderwertig ist.

Wesentlich teuerer stellt sich die Energie, die in speicherfähigen Hochdruckanlagen erzeugt wird. In den vor der Teuerung ausgeführten Anlagen beliefen sich die Gestehungskosten der kWh auf etwa 1 bis 3 Pf. und auch mehr, je nach örtlichen Verhältnissen. Wo natürliche Seen zur Speicherung benutzt werden konnten, waren die Gestehungskosten naturgemäß meist erheblich geringer als dort, wo durch kostspielige Talsperen-Bauten die erforderlichen Speicherräume künstlich geschaffen werden mußten.

Der Krieg und die Nachkriegszeit brachten auch in der Schweiz eine erhebliche Teuerung, die ihren Höhepunkt inzwischen überschritten hat, aber nach einer Mitteilung noch immer etwa 80% gegenüber den Vorkriegsverhältnissen beträgt. Dazu kommt, daß für Verzinsung des Anlagekapitals sowie für Steuern und Abgaben erheblich größere Sätze als vor dem Kriege gerechnet werden müssen. Nach Angaben des Direktors der Kraftübertragungswerke Rheinfelden stellen sich die Gestehungskosten der kWh in neuen Anlagen zurzeit etwa doppelt so hoch wie unter Vorkriegsverhältnissen. Die Laufkraftwerke können trotz dieser Ueberteuerung den Wettbewerb mit Dampfkraftwerken aufnehmen und die Energie wesentlich billiger liefern als es mit Dampfkraftwerken möglich wäre. Anders liegen die Verhältnisse bei Speicherwerken. Die Ausnutzung der Kohle in Dampfkraftwerken hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortschritte gemacht. Von dem Heizwert der Kohle wurde vor dem Kriege in besten Anlagen nur 12 bis 15% in nutzbare Arbeit verwandelt, heute dagegen über 20%. Da auch die Kohlenpreise nicht in demselben Maße gestiegen sind wie die Teuerung, so sind die Gestehungskosten der kWh in Dampfkraftwerken heute nicht so wesentlich höher als vor dem Kriege. Berechnungen, die von Schweizer Ingenieuren der Weltkraftkonferenz vorgelegt sind, zeigen, daß in einem in der Schweiz zu erstellenden Dampfkraftwerk von 100 000 kW installierter Leistung bei Kohlenpreisen von 40 bis 50 Fr. je t Steinkohlen die Gestehungskosten elektrischer Energie bei einer jährlichen Ausnutzungsdauer von 3000 bis 4000 Stunden und darunter billiger werden als in manchen während der Teuerung erbauten Speicherwerken. Vom Direktor der Motor Columbus A.G. in Baden, Ingenieur Ehrensperger, werden die Gestehungskosten der kWh in einem Dampfgroßkraftwerk in der Schweiz zu 3 bis 4 Pf. bei 4000 bis 3000 Stunden jährlicher Benutzungsdauer angegeben, steigend auf 4 bis 4½ Pf. bei 2000 Stunden und etwa 6 Pf. bei 1000 Stunden. Ehrensperger gibt an, daß zurzeit bei einer Benutzungsdauer von 3000 Stunden und weniger Wasserkraftanlagen mit großer künstlich zu schaffender Talsperre höhere Gestehungskosten, andere, die einen natürlichen See ausnutzen, dagegen geringere Gestehungskosten erfordern als die oben für das Dampfgroßkraftwerk errechneten. Ein Bericht des Schweizer Ingenieurs Büchi gibt ferner an, daß bei 1500 Stunden jährlicher Benutzungsdauer die Energie aus dem schweizerischen Hauptstromnetz einschließlich Uebertragung und Transformierung auf Mittelspannung etwa 7 Cts. je kWh kostet und daß für denselben Preis die Energie in einer Dieselanlage von 5000 kW gewonnen werden kann. Bei längerer Benutzungsdauer stellt sich die Energie bei dem Bezug aus dem Hauptnetz billiger, bei kürzerer Benutzungsdauer ist dagegen die Dieselanlage vorzuziehen. Da die günstigen Speichermöglichkeiten für Ausnutzung bestehender Seen und Schaffung künstlicher Talsperren im Lauf der Jahre mehr und mehr erschöpft sein werden, werden die wirtschaftlichen Verhältnisse voraussichtlich in absehbarer Zeit dahin führen, daß im Interesse einer besseren Ausnutzung der billigen Laufkraftwerke ein Zusammenarbeiten mit thermischen Kraftwerken angestrebt werden wird. Hierbei wird zu untersuchen sein, ob die thermische Energie in eigenen Werken in der Schweiz zu gewinnen ist oder ein Zusammenarbeiten mit ausländischen Großkraftwerken etwa im Austausch mit der überschüssigen Wasserkraftenergie in der Schweiz vorzuziehen ist.

Da bei Steinkohlen der Transport der Kohlen auf große Entfernungen sich wirtschaftlicher stellt als die Uebertragung elektrischer Energie aus Steinkohlenkraftwerken, dürften bei einem Bezug thermischer Energie vom Ausland in erster Linie die großen Braunkohlenkraftwerke Mitteldeutschlands und am Niederrhein in Frage kommen. Tat-

Digitized by Google

sächlich besteht heute schon die Möglichkeit eines Energieaustausches von deutschem Braunkohlenstrom und schweizerischer Wasserkraftenergie. Das Goldenberg-Werk bei Köln mit rd. 300 000 kW installierter Leistung ist durch eine 220 000 Volt-Leitung mit Mannheim verbunden. Von hier führen die Hochspannungsleitungen des Baden-Werks bis an die schweizerische Grenze nach Laufenburg a. Rh., wo die schweizerischen Hochspannungsleitungen sich anschließen.

Ein Austausch von Energie über derart große Entfernungen bietet natürlich erhebliche technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten. Die erforderlichen Hochspannungsleitungen sind Störungen ausgesetzt und erfordern ein erhebliches Anlagekapital. Den Fortschritten in der Elektrotechnik ist es gelungen, die Störungen mehr und mehr einzuschränken, so daß die Hochspannungsleitungen heute einen sehr hohen Grad der Betriebssicherheit haben, und die Bedenken, die Industrie eines Landes von ihnen abhängig zu machen, immer mehr schwinden dürften.

Anderseits werden in neuerer Zeit in allen Ländern Landessammelschienen zur Versorgung mit Energie angelegt; die in Deutschland geplanten Verbindungen zwischen den Braunkohlen-Großkraftwerken Mitteldeutschlands und des Niederrheins einerseits und den großen Wasserkraftwerken in Süddeutschland anderseits werden auch dem Austausch von Energie mit der Schweiz in großem Maßstab dienen können. Die in Süddeutschland vorhandenen Wasserkräfte werden den hier bestehenden Bedarf an Energie nicht decken können. Ministerialrat Holler schätzt, daß in Bayern nach 50 Jahren, wenn die dort vorhandenen Wasserkräfte ausgebaut sind, nur etwa ein Drittel des gesamten Energiebedarfs Bayerns durch Wasserkraft gedeckt werden kann, zwei Drittel dagegen durch Kohlen erzeugt werden müssen. Es wird daher voraussichtlich ein erheblicher von Norden nach Süden gerichteter Energiestrom von den deutschen Braunkohlenwerken nach Süddeutschland gehen müssen. Bei einer Ausfuhr von Energie aus der Schweiz nach Deutschland wird diesem Energiestrom ein von Süden nach Norden gerichteter entgegengehen, so daß für diese Ausfuhr nicht neue Hochspannungsleitungen in großem Umfang erforderlich werden, sondern die für deutsche Zwecke ohnehin gebrauchten Leitungen zu einem Teil entlastet werden können. Dadurch gewinnt der Austausch bedeutend an Wirtschaftlichkeit. In wasserarmen Zeiten in der Schweiz wird der aus der Schweiz nach Norden gerichtete Energiestrom erheblich kleiner werden und unter Umständen in einen in umgekehrter Richtung gehenden sich verwandeln. Wenn es möglich ist, die Spitzen des Tagesbedarfs durch Werke mit Tagesausgleich oder auch Dieselanlagen zu übernehmen, wird auch dieser Energiestrom ohne allzu hohe Belastung der Leitungen übernommen werden können. Da aber für absehbare Zeit die Wasserkräfte der Schweiz wohl weit mehr Energie erzeugen werden als in der Schweiz verbraucht werden kann, so dürfte fast ausschließlich eine Ausfuhr von Energie aus der Schweiz nach Deutschland in Frage kommen.

Für Deutschland wird aus einem derartigen Energieaustausch der Vorteil entstehen, daß es seine Braunkohlenvorräte, die ohnehin nicht mehr lange Jahre reichen werden, schonen kann, indem es den in der Schweiz nicht verwertbaren Strom zu Preisen bezieht, der unter dem Wert der dafür erforderlichen Kohlen liegen wird. Für die Schweiz entsteht der Vorteil, daß die Ausnutzbarkeit der Wasserkraftwerke eine wesentlich bessere werden wird, und daß die sehr hohen Anlagekosten für Dampfkraftwerke gespart werden können, die andernfalls als Reserve für besonders wasserarme Jahre über kurz oder lang erstellt werden müßten. Selbstverständlich müßte die Schweiz für den aus Deutschland zu beziehenden Braunkohlenstrom wesentlich höhere Preise bezahlen, als es für den Wasserkraftstrom erhält, aber dennoch einen geringeren Preis als die Erzeugung in eigenen Dampfkraftwerken in der Schweiz erfordern würde.

Beide Länder werden von einem Austausch von Energie nur Vorteile haben. Es kann daher die Hoffnung ausgesprochen werden, daß die großen entstehenden Schwierigkeiten, die mit einem großzügigen Austausch zweifellos verbunden sind, in nicht zu langer Zeit überwunden sein werden. (W. 148.)

Kavitationserscheinungen in Grundablaßrohren und -Stollen von Talsperren.

Von B. Körner, Regierungs- und Baurat in Berlin.

An den unter hohen Druck stehenden Grundablaßverschlüssen von Talsperren treten erfahrungsgemäß häufig Erscheinungen auf, die vielfach zu großen Bedenken für die Betriebssicherheit und Lebensdauer der Verschlüsse Anlaß gegeben haben. Sie äußern sich in der Hauptsache bei teilweiser Oeffnung der Verschlußeinrichtungen in einem sehr starken, in den engen Schieberkammern und Rohrstollen fast donnerartig wirkenden Geräusch und in heftigen Erschütterungen der Schieber und anschließenden Rohrstrecken, die sich durch deren Einmauerung auch auf das Mauerwerk selbst übertragen. Mehrfach sind auch Anfressungen — je nach der Art der Verschlüsse in diesen selbst oder in den unterwasserseitig anschließenden Rohrschüssen — aufgetreten; völlige Zerstörungen werden von einzelnen Stellen berichtet. Das hat dazu geführt, zum Teil bestimmte Vorschriften für die Bedienung der Verschlüsse zu erlassen, die deren Verwendungsmöglichkeiten beschränken, zum Teil sogar auf einen regelmäßigen Gebrauch überhaupt zu verzichten und diesen nur in Ausnahmefällen zuzulassen.

Die Erscheinungen konnten lange Zeit nicht geklärt werden oder die Erklärungsversuche gingen völlig fehl, wie zum Beispiel die der Anfressungen durch mitgeführtes Geschiebe. Erst Beobachtungen ähnlicher Art an den Unterflächen von Turbinenschaufeln — bei bestimmten Konstruktionsgrundlagen — und von schnellaufenden Schiffspropellern führten auf den richtigen Weg, diese Erscheinungen auf Kavitationswirkungen zurückzuführen. Kavitation (Hohlraumbildung) tritt dann auf, wenn sich der absolute Druck einer in Bewegung befindlichen Flüssigkeit dem Werte 0 nähert und eine Querschnittserweiterung oder Krümmung der durchströmten Rohrleitung ein Abspringen des Strahles von der Wand zur Folge hat. Das ist zum Beispiel der Fall in Querschnittserweiterungen einer ins Freie ausmündenden Rohrleitung (Druck 1 Atm.), in der die Geschwindigkeit an der betreffenden Stelle rund 14 m/sec überschreitet. Die Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ erreicht dann (genau bei $v = 14{,}2$ m/sec) den Wert 10,3 m (Wassersäule) = 1 Atm., diese

Digitized by Google

zieht sich von dem statischen Druck ab, der absolute Druck wird an der Ablösungstelle also O. Damit ist die Vorbedingung für Kavitation gegeben, die man sich nach H. K r e y folgendermaßen entstehend zu denken hat:

Bei geringeren Geschwindigkeiten und turbulenter Bewegung findet man an den Stellen der Erweiterung (bzw. Krümmung) meist Strahlablösungen und rückströmendes Totwasser (siehe Abb. 1). Das Totwasser wird stromaufwärts von dem

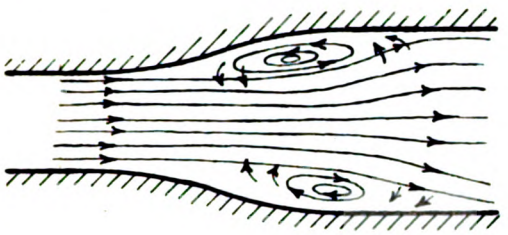


Abb. 1.

vorbeifließenden Wasserstrahl angesaugt, tritt in ihn ein und verzögert die nächsten Schichten so stark, daß diese stromabwärts teilweise wieder in das kreisende Totwasser übertreten, bzw. Wasserteilchen dorthin abgeben. An der Berührungsfläche zwischen Strahl und Totwasser findet eine starke Mischung statt, wie in Abb. 1 angedeutet ist.

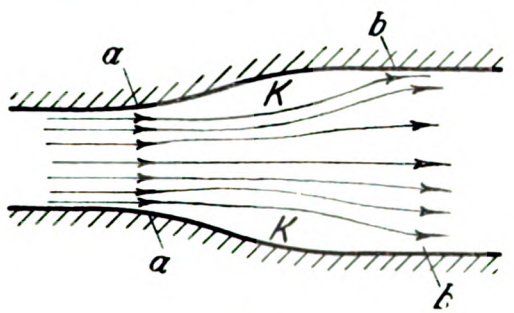


Abb. 2.

Bei großen Geschwindigkeiten reicht diese Mischung nicht hin, die Randschichten des Strahls so weit zu verzögern, daß ebensoviel Wasser in das Totwasser zurücktritt, wie vorher aus ihm mitgerissen wird. Das Totwasser verschwindet und wir haben an Stelle des Totwassers einen luftleeren (vielleicht mit stark entspanntem Wasserdampf durchsetzten) Raum K, die Kavitation (siehe Abb. 2). Gefährdet sind bei diesem Zustande nicht die Ablösungsstellen a (siehe Abb. 2) sondern die Aufprallstellen b.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen nämlich haben die Randschichten im Rohr in der n ä c h s t e n Nähe der Wandung eine von Null wenig verschiedene Geschwindigkeit und üben daher auf die Wand keine übergroße Kraft aus. Selbst freie, in der Luft auf eine Platte mit sehr großer Geschwindigkeit schräg auftreffende Wasserstrahlen greifen die Platte verhältnismäßig wenig an, weil die Randschichten des Strahles an der Luft verzögert werden und die sich zwischen Strahl und Platte einschaltenden mitgerissenen Luftteilchen den plötzlichen Angriff des stark bewegten Wassers abdrängen, verteilen und dämpfen. In dem Falle der Kavitation aber ist auf der Strecke a bis b keine die Beschleunigung der Randschichten hindernde Reibung vorhanden. Die Randschichten werden auf der Strecke a—b zum Teil durch die turbulente Reibung der starkströmenden mittleren Schichten mitgerissen, zum Teil durch die im Strahl selbst herrschenden Druckunterschiede stark beschleunigt und treffen nun bei b (weil der Raum luftleer ist) ungehindert und ungedämpft auf die ruhende Wand. Theoretisch müßte die Angriffskraft auf die Wand bei b im ersten Augenblick unendlich groß sein, wenn Wand und Wasser vollkommen unelastisch wären. Daß sie sehr groß ist, wird durch die starke Anfressung und das starke knatternde und donnernde Geräusch an den Stellen hinter der Kavitation bestätigt. Die Kräfte sind so stark, daß selbst Glas in verhältnismäßig kurzer Zeit durch den nach der Kavitation auftreffenden Wasserstrahl angefressen und matt wird.

Man erklärt sich jetzt also die Wirkungen der Kavitation durch mechanische Materialbeanspruchung. Starke Erwärmung infolge der außerordentlich großen Kräfte und der örtlich an der Aufprallstelle konzentrierten Reibungsarbeit, plötzliche Verdampfung des Wassers mit nachfolgender sofortiger Kondensation können die mechanischen Angriffe verstärken, die starken Geräusche mit verursachen und ein pendelndes Hin- und Herwandern des Aufprallpunktes b hervorrufen.

Es bestand die Vermutung, daß das Absaugen des Totwassers und der Eintritt der Kavitation (Luftleere) unter sonst gleichen Verhältnissen (Querschnitt, Wassergeschwindigkeit, Druckminderung usw.) um so später eintreten würde, je kürzer die Angriffslänge a bis b im Vergleich zu der Größe des Totwasserraumes ist. Diese Ueberlegung veranlaßte die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin zur Untersuchung des Einflusses einer plötzlichen starken Erweiterung (ausgezogene Linie in Abbildung 3) auf die Unterdruckverhältnisse hinter der Er-

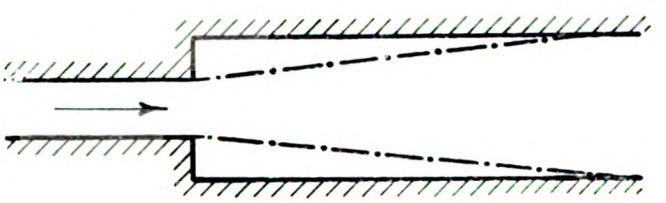


Abb. 3.

weiterung gegenüber einer schlanken Erweiterung (strichpunktiert). Die Untersuchungen, die für einen durch einen Auftrag gegebenen Sonderfall (Grundablaßstollen der bei Hohenwarte geplanten Saaletalsperre) zum Teil im Laboratorium, zum Teil am Grundablaßstollen der Diemeltalsperre unter rund 38 m Druckgefälle ausgeführt wurden, bestätigten im allgemeinen diese Ueberlegung, zeigten aber auch, daß die Kavitation dadurch nur um ein Geringes verzögert, nicht aber vermieden werden kann.

Nun bedeutet jeder Grundablaßverschluß wenigstens bei teilweiser Oeffnung eine Querschnittsverengung mit nachfolgender Erweiterung. Ist das Druckgefälle ausreichend, um die Geschwindigkeit im verengten Querschnitt so groß werden zu lassen, daß der absolute Druck hier = O wird, so muß hinter dem Verschluß Kavitation eintreten. Es ist dazu nicht einmal nötig, daß das Gefälle rund 10 m $+ \Sigma \zeta \cdot \frac{v^2}{2g}$ (Verlusthöhe durch Eintritts-, Rohrreibungs- usw. Verluste) erreicht. Die Geschwindigkeit kann auch schon bei kleinerer Druckhöhe durch saugend wirkende Erweiterungen der Rohrleitung unterhalb der Verschlüsse so gesteigert werden, daß an Ablösungsstellen Kavitation eintritt. Die beobachteten, eingangs geschilderten Erscheinungen finden dadurch ihre Erklärung.

Die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau arbeitet weiter an der Erforschung der Kavitationserscheinungen und an der Gewinnung von Mitteln zu ihrer möglichsten Unschädlichmachung. (W. 204.)

Digitized by Google

Persönliches.

Carlo Bonomi †

Im Alter von 50 Jahren starb in Mailand Direktor Carlo Bonomi, eine der markantesten und bekanntesten Persönlichkeiten des italienischen Ingenieurwesens. Bonomi war ein Mann von vielseitigem Wissen, das er in einer außerordentlich umfangreichen publizistischen Tätigkeit niederlegte, wodurch er sich weit über die Grenzen seines Vaterlandes hinaus einen Namen machte. Als sich Italien durch seinen intensiven Wasserkraftausbau nach dem Kriege an die Spitze Europas setzte, war bei den hierbei zu behandelnden Fragen und Probleme Bonomi an erster Stelle zu finden, und seine Untersuchungen auf dem Gebiete der Elektrizitäts- und der Wasserwirtschaft fanden weitgehende Beachtung. Seine umfangreichen statistischen Arbeiten auf diesem Gebiete können geradezu als vorbildlich bezeichnet werden. Die von Bonomi geleitete Zeitschrift „L'Energia Elettrica" bietet auch dem deutschen Ingenieur auf praktischem und auf wissenschaftlichem Gebiet manches Neue und Anregende.

Bonomi war in den letzten Jahren bei den obersten technischen Behörden Italiens an leitender Stelle tätig. Bekannt sind u. a. die von ihm bearbeiteten neuen italienischen Bestimmungen für die Konstruktion und der Bau von Talsperren, die im Ausland große Beachtung fanden. Hervorgehoben seien schließlich noch die von ihm begründeten, regelmäßig erscheinenden Jahrbücher wie: Annali dei lavori pubblici, Annali delle utilizzazione delle acque, Annali del Consiglio Superiore delle Acque, die auch nach Deutschland ihren Weg finden und hier wegen ihres anregenden Inhaltes gern studiert werden.

Bonomi hat mit zahlreichen Fachleuten in Deutschland in regem Gedankenaustausch gestanden, wobei er sicht stets durch Entgegenkommen und Bereitwilligkeit auszeichnete.

(W. 226.) Ge.

Zuschriften.

Bemerkungen zum Krümmerproblem.

Unter dieser Ueberschrift brachte Dr.-Ing. V. Mann, Konstanz, eine Studie, zu welcher Nachstehendes bemerkt sei.

1. Statische Momente von Kräften sind gerichtete Größen, welche auf der durch die Richtung der Kraft und den Fahrstrahl vom Angriffspunkt der Kraft zum Momentenpunkt gelegten Ebene senkrecht stehen. Die Elementarmomente dM des auf einem Flächenelemente dF lastenden Druckes

$$dM = p\,R^2\,dR\,d\alpha$$

liegen also in der Zeichenebene der Abbildung 1 von S. 165. Ob nun die Summe aller dM über den ganzen Rohrbogen bzw. den geschlossenen Kreisring nach Gleichung (4) und (5) gebildet werden darf und ob diese Summenbildung überhaupt einen physikalischen Sinn hat, erscheint mehr als fraglich. Vielleicht schwebte Mann ein Analogon zum polaren Trägheitsmoment vor; bei diesem stehen jedoch die Elementarmomente senkrecht zum betrachteten Querschnitt.

Man kann zu einer Gleichung für P_p gelangen, wenn man sowohl in Gleichung (2) als auch in Gleichung (4) nur über dR integriert und dementsprechend P und M als Resultante bzw. Moment pro Bogenelement $d\alpha$ definiert. Man hat also zu schreiben:

$$P = {}^1/_2\,p\,(R_a^2 - R_i^2)\,d\alpha$$

und

$$M = {}^1/_3\,p\,(R_a^3 - R_i^3)\,d\alpha;$$

dann kann man $R_p = M/P$ bilden und gelangt zu der von Mann aufgestellten Gleichung (8).

2. Zu den Mannschen Betrachtungen über die Spannungen in der Außen- und Innennaht habe ich zu bemerken, daß die in den Gleichungen (16) bis (19) diskutierte gleiche Beanspruchung in Außen- und Innennaht nie eintritt. Die dünnwandige Ringflächenschale ist beispielsweise in Föppl, Drang und Zwang (Verlag Oldenbourg, München und Berlin 1920) Band II, S. 7ff, behandelt. Mit den von Mann gewählten Bezeichnungen lautet die von Föppl mitgeteilte Gleichung (7) von Seite 9

$$\sigma_r = \frac{R_a - R_i}{4s}\,p\,\frac{r + {}^1/_2\,R_a + R_i}{r}$$

setzt man hier r einmal gleich R_a und einmal gleich R_i, so erhält man die Spannungen in Außen- und Innennaht (entsprechend Gleichung (14) und (15) von Mann):

$$\sigma_a = \frac{R_a - R_i}{8s}\,p\,\frac{3R_a + R_i}{R_a}$$

$$\sigma_i = \frac{R_a - R_i}{8s}\,p\,\frac{R_a + 3R_i}{R_i}$$

Soll nun $\sigma_a = \sigma_i$ werden, so müßte

$$\frac{3R_a + R_i}{R_a} = \frac{R_a + 3R_i}{R_i}$$

sein, was schließlich auf die Bedingung

$$R_i^2 = R_a^2$$

führt. Diese ist jedoch bei der Ringflächenschale nach Abb. 1, S. 165 dieser Zeitschrift nie erfüllt, sondern nur beim Zylinder, wo $R_i = R_a = \infty$ ist.

3. Eine Diskussion über die im 2. Abschnitt aufgestellten Vermutungen über Strömung und Ablösung im Krümmer erscheint mir vorläufig aussichtslos, weil meine Auffassungen des Problems von den vorgetragenen zu stark divergieren.

München, den 21. Juni 1927.

(W. 191a.) Dr.-Ing. Schilhansl.

Auf die an die Hauptschriftleitung der „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" gerichtete Zuschrift des Herrn Dr.-Ing. Max Schilhansl, München, äußere ich mich wie folgt:

Zu 1: Die von mir gewählte gedrängte Darstellung mit Doppelintegral ist nicht ganz übersichtlich, daher auch die Bezeichnung „polares statisches Moment" in gewissem Grade irreführend. Leichter verständlich ist folgende Darstellung, welche die einzelnen rechnerischen Vorgänge getrennt behandelt:

Man zerlegt den in Abb. 1, S. 165, dargestellten Kreisringquerschnitt in Elementarkreisringe von der Breite dR, dann erhält man als Teildruck auf diesen Elementarkreisring

$$P_{lR} = p \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot dR$$

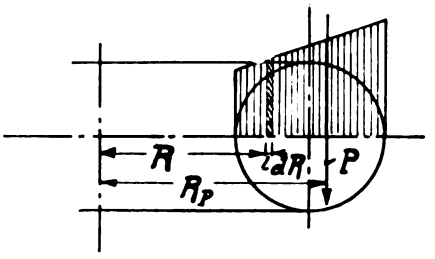
und als Gesamtdruck auf den ganzen Querschnitt

$$P = \Sigma P_R = p \cdot 2 \cdot \int_{R_i}^{R_a} R \cdot dR = p \cdot \pi \cdot (R_a^2 - R_i^2)$$

in Uebereinstimmung mit Gleichung (3).

Die Kraft des einzelnen Elementarringes kann man sich in die Zeichenebene der Abb. 2 bzw. beifolgender Abb. zurückgedreht und vereinigt denken. Man erhält dann das schraffierte Druckkraftdiagramm für den ganzen Ringquerschnitt, dargestellt in einer Ebene. Nun läßt sich leicht das statische Moment für die Druckkraft eines Elementarkreis-

Digitized by Google



rings bezogen auf den Durchstoßpunkt der zur Zeichenebene senkrechten Momentenbezugsachse durch den Mittelpunkt des Rohrringes anschreiben mit

$$M_P = p \cdot 2 \cdot \pi R^2 \cdot dR$$

woraus als Gesamtmoment folgt:

$$M = P \cdot R_P = p \cdot 2 \cdot \pi \cdot \int_{R_i}^{R_a} R^2 \cdot dR = p \cdot {}^2/_3 \cdot \pi \cdot (R_a^3 - R_i^3)$$

wiederum in Uebereinstimmung mit Gleichung (5).

Für einen beliebigen Krümmerwinkel α statt des geschlossenen Rohrrings folgt dann ohne weiteres:

der Gesamtdruck zu $P = \Sigma P_R = p \cdot \alpha/2 \cdot (R_a^2 - R_i^2)$. (3')

und das Gesamtmoment zu

$$M = P \cdot R_P = p \cdot \alpha/3 \cdot (R_a^3 - R_i^3) \quad . \; . \; . \; (5')$$

Diese Darstellung unterscheidet sich nicht wesentlich von der Ermittlung des Volumens eines Rotationskörpers aus dem Meridianschnitt und der Bestimmung der Schwerpunktslage des Meridianschnitts. Es ist aber zuzugeben, daß die von mir benutzte Bezeichnung „polares statisches Moment" nicht ganz glücklich gewählt und eventuell irreführend ist, weil die Lage der Momentenbezugsachse nicht näher definiert ist.

An dieser Stelle mag noch hinzugefügt werden, daß die Ermittlung von R_p zeigt, daß beim Uebergang von einer geraden Rohrstrecke zum gewöhnlichen Kreiskrümmer ein Sprung in der Lage des Druckmittelpunktes eintritt. Diese Diskontinuität entspricht dem plötzlichen unvermittelten Uebergang vom unendlichen Krümmungsradius der geraden Rohrstrecke zum endlichen des Kreiskrümmers. Es ist dies einer der Punkte, die für die — theoretische — Bevorzugung des Hyperbelkrümmers vor dem Kreiskrümmer sprechen.

Zu 2: Ein ähnliches Ergebnis wie aus der von Schilhansl erwähnten Föpplschen Beziehungen findet sich durch Gleichsetzen der Gleichungen (14) und (15) unter Elimination von R_p nach Gleichung (8) und für unendlich dünne Rohrwand mit $s = 0$. Nach einigen Umformungen erhält man

$$(R_a + R_i) \cdot (R_a - R_i)^2 = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (20)$$

als Bedingung für die Gleichheit der Spannungen in der Innen- und Außennaht des Krümmers. Die erste Lösung $R_a = -R_i$ entspricht dem Zylinder, die zweite Lösung $R_a = R_i = \infty$ dem geradachsigen Rohr.

Konstanz, 27. Juni 1927.

(W. 191b.) V. Mann.

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Beginn des Einstaues an der Kachletstufe.

Am 29. August 1927 wurde fristgerecht mit dem Einstau der Kachletstrecke begonnen. Die an diesem Tag vorhandenen hohen Donau- und Innwasserstände (das Kachletwehr liegt im Rückstaubereich des Inns) gestatteten rund 4,5 Millionen cbm Wasser in 1½ Tagen im Stausee zurückzuhalten und einen Wasserstand von 3,5 m unter Vollstau, das ist 5 m über Niederwasserstand zu erreichen. Die Verhältnisse am Kachlet sind insoferne besonderer Art, als außer dem wechselnden Zulaufwasser auch das Unterwasser berücksichtigt werden muß, da die Schiffahrt und der kurz unterhalb liegende Hafen Passau starke Absenkungen des Unterwassers nicht vertragen.

Am 29. August standen sämtliche 6 Schützen des Wehres (MAN.-Doppelschützen mit 11,8 m Gesamthöhe und je 25 m lichter Weite) knapp über der Wasserlinie. Gestaut wurde durch Absenkung sämtlicher 6 Schützen, und zwar wurden zu Beginn der Anstauung gleichzeitig je 3 Schützen, später je 2 Schützen so tief abgesenkt, daß eine vorher bestimmte, für die Schiffahrt zulässige Absenkung des Unterwassers nicht überschritten wurde. Nach Erreichung des jeweiligen Stauziels wurden die Schützen wieder langsam gehoben, um die ganze Zulaufwassermenge (am 29. August: 1170 cbm/sec) abzuführen. Das am 30. August nach Beendigung des ersten Stauvorgangs vorhandene Wehrgefälle von 2,5 m hat sich durch starkes Fallen der Donau und des Inns bis zum 6. September auf 4,2 m erhöht.

Für den weiteren Einstau ist als Ziel gesetzt, daß bis zum Beginn des Eistreibens, das im allgemeinen Ende November erwartet werden muß, eine Stauhöhe von 7 m über N.W. erreicht sein soll, damit das Eis über die abgesetzte untere Schütze abgeführt werden kann. Dieses Stauziel kann mit Rücksicht auf die Staudämme, deren Länge rund 20 km beträgt, nur in kleinen Höhenabschnitten erreicht werden. Zahlreiche Beobachtungsstellen für Unter- und Oberwasserstände und für Messung der Sickermengen in den Staudammhintergräben halten die Bauleitung ständig auf dem Laufenden über alle im Staubereich sich einstellenden Verhältnisse. Besondere Fahrwasserbezeichnungen im Staugebiet sorgen dafür, daß die Schiffahrt sich bei den wechselnden Stauwasserständen in dem schwierigen Fahrwasser des Kachlets zurechtfindet.

Für die Aufbringung des Vollstaues müssen höhere Flußwasserstände abgewartet werden. Das während des Winters vorhandene Gefälle von 5—7 m genügt jedoch vollständig um die Probeläufe der einzelnen Maschinensätze durchzuführen. Die Montage der Maschinen und Schaltanlagen ist weit vorgeschritten, so daß schon in einigen Wochen mit den Probeläufen der ersten Maschinensätze begonnen werden kann. Irgendwelche Schäden an den Bauteilen der gesamten Anlage sind bisher nicht aufgetreten. (W. 242.) Hetzel.

Neue Planseeprojekte.

Von einem deutschen Konsortium ist der Plan aufgestellt worden, den Lech abzuzweigen und, zum Teil mit Stollen, dem Heiterwangersee zuzuführen. Die rechtsuferigen Lechzuflüsse sollen ebenfalls in diese Ueberleitung einbezogen werden. Der Heiterwangersee und der mit ihm zusammenhängende Plansee soll nach diesem Projekt um 35 m gestaut werden, wobei der größte Teil des Dorfes Heiterwang auf-

WASSERKRAFT-JAHRBUCH 1927/28

Der dritte Jahrgang dieses in der Fachwelt des In- und Auslandes so beifällig aufgenommenen Jahrbuches erscheint etwa im Februar 1928.

Digitized by Google

gegeben werden müßte. Die nach diesem Projekt zu gewinnende Leistung soll 400 000 PS betragen.

Die Durchführung dieses Gedankens erscheint wohl mehr als fraglich, denn auch ohne einseitige Betonung des Landschaftsschutzes wird ein derartig radikales Eingreifen in die Natur ohne absolut zwingenden Grund kaum zur Durchführung kommen können. Ohne zwingenden Grund: Denn es gibt auch noch andere Speichergelegenheiten, welche nicht so offen vor dem Beschauer liegen, und welche nicht die Aufgabe eines Ortes mit 500 Einwohnern nötig machen.

Ueber ein zweites Projekt von energiewirtschaftlich erheblicher Tragweite berichtet Ministerialrat Pernt.[1])

Der Lech soll bei Häselgehr durch ein bewegliches Wehr gestaut und durch eine rund 29 km lange Zuleitung (teils als Hangkanal, teils als Stollen) für eine Durchflußmenge von 18 m³/sec dem Heiterwangersee und Plansee zugeführt werden. Der Archenbach, der Abfluß des kleinen Plansees, soll durch eine Sperrmauer von 20 m Höhe verschlossen werden, ebenso soll die Umgebung der Ortschaft Heiterwang durch einen Damm gesichert werden. Der Seespiegel selbst würde um 9 m gegen seine jetzige Höhe gehoben und könnte um 15 m unter die neue Stauhöhe abgesenkt werden, entsprechend einem nutzbaren Stauraum von 75 Mio m³. Am südöstlichen Ende des Plansees (Gasthaus Forelle) würde das Entnahmebauwerk in einen 5,9 km langen doppelten Druckstollen überleiten. Das Kraftwerk ist bei Griesen am Loisachufer noch innerhalb der österreichischen Grenze geplant und soll bei 147 m mittlerem Gefälle und max. 90 m³/sec für 130 000 PS ausgebaut werden. Die Jahresarbeit dieser Anlage soll 128,48 Mio kWh betragen.

Ueber ein Ausgleichbecken soll dann eine konstante Wassermenge von 17 m³/sec durch eine 35,7 km lange Ueberleitung in das regulierte Bett der Obernach geführt werden und sich mit der Isarüberleitung des Walchenseewerkes vereinen. Eine Kraftanlage beim Walchenseewerk würde durch diese Anreicherung der Isarüberleitung 180000 PS leisten. Die Jahresarbeit dieses zweiten Kraftwerkes würde 201,83 Mio kWh betragen, bei ebenfalls 90 m³/sec Höchstwassermenge und 203,3 m Gefälle.

Zu diesen Jahresarbeiten der beiden Kraftwerke tritt die Arbeitsaufbesserung der an der Loisach und an der Isar gelegenen Kraftwerke hinzu, welche infolge der Anreicherung des Walchenseeabflusses mit 160,64 Mio kWh beziffert wird. Die gesamte unmittelbare und mittelbare Arbeit beträgt demnach 490,95 Mio kWh.

Demgegenüber würde den Triebwerken am Lech infolge des Wasserentzuges von 10,6 m³/sec eine Jahresarbeit von 35,3 Mio kWh entzogen werden.

Der Gedanke dieses über politische Grenzen sich in richtiger Erkenntnis der energiewirtschaftlichen Grundbegriffe hinwegsetzenden Projektes erscheint beachtenswert, zumal er auch weit weniger in die Natur eingreift. Die Arbeits-Bilanz wird allerdings mit Rücksicht auf die noch zum Ausbau kommenden Strecken der aufgebesserten Isar, wie des in Mitleidenschaft gezogenen Lechs eingehend nachzuprüfen sein. (W. 227.)

Die RWE. in Westtirol.

Nach mehrfachen Zeitungsmeldungen beabsichtigt das Rheinisch-westfälische Elektrizitätswerk in Westtirol ein großes Wasserkraftwerk gemeinsam mit den Tiroler Behörden zu finanzieren, welches eine Jahresarbeit von etwa 300 Millionen kWh zur Uebertragung nach dem Absatzgebiet des RWE. erzeugen soll. Es handelt sich dabei vermutlich um das Wiederaufleben des kurz nach dem Kriege bereits geplanten Großkraftwerkes bei der Einmündung des Oetztales in das Inntal, dessen Vorarbeiten seinerzeit wieder eingestellt worden waren.

Es erscheint bemerkenswert, daß das nur auf Kohle basierende RWE., welches inzwischen auch bereits das Großwasserkraftwerk Herdecke als Speicheranlage in Bau genommen hat, nunmehr in erheblichem Maße Wasserkraftstrom aus den Alpenländern sich sichern will. (W. 238.)

Wasserkraftmaschinen.

Die Aenderung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen mit der Größe, dem Gefälle und der Temperatur.[1])

Von G. Haeger, Kristinehamn.

Nach Camerers Vorbild hat der Verfasser die Untersuchungen über hydraulische Verluste in rauhen Rohren angewandt, aber statt der Bielschen Gleichung für diese Verluste den durch die Untersuchungen von Hopf und Fromm geschaffenen Ausdruck eingeführt. Freilich entsprechen die hydraulischen Verluste in einer Wasserturbine am nächsten denjenigen, die in der Anlaufstrecke eines rauhen Rohres auftreten. Da aber keine Untersuchungen auf diesem Gebiete ausgeführt und wenigstens nicht veröffentlicht zu sein scheinen, muß man sich vorläufig auf dem Gebiete des Dauerzustandes halten, was aber auch von großem Interesse ist.

In der bekannten Verlustgleichung:

$$h_f = \lambda \frac{l}{r} \frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots 1)$$

setzten Hopf und Fromm für einen rauhen Kanal

$$\lambda = c \left(\frac{k}{r}\right)^{0,314} \quad \ldots\ldots\ldots 2)$$

wo c eine Konstante ist, k die Rauhigkeitszahl und r den hydraulischen Halbmesser bedeutet. Durch Zerlegung der Turbinenkanäle in kurze Elemente, welche als prismatisch angesehen werden können, kann man diese Gleichung für ein solches Element anwenden. Durch Summierung und Entwicklung erhält man für die ganze Turbine

$$\eta' = \left[1 - \left(1 - \frac{\eta}{\eta_m}\right)\left(\frac{k'D}{kD'}\right)^{0,314}\right] \eta'_m \quad \ldots 3)$$

Hier ist η = Gesamtwirkungsgrad, η_m = mechanischer Wirkungsgrad und D = Durchmesser der Turbine. Die mit einem ' versehenen Zeichen mögen zu einer Turbine von beliebiger Größe und diejenigen ohne das ' zu einer Modellturbine gehören.

Setzt man $\eta_m = 0{,}98$, $\eta = 0{,}85$ und $k = 1$, so erhält man für η' diejenigen Werte, die in die Tafel eingetragen sind. $k = 1$ entspricht sehr gut geglätteten Flächen in der Modellturbine und die Werte von k' entsprechen verschiedenen Glättungen der großen Turbine („Hütte", 25. Aufl. Bd. I, S. 349). Zum Vergleich sind auch die entsprechenden Werte nach Moody's Gleichung

$$\eta' = 1 - \left(1 - \eta\right)\left(\frac{D}{D'}\right)^{1/4} \quad \ldots\ldots\ldots 4)$$

und nach Camerers Gleichung

$$\eta' = 1 - (1 - \eta)\frac{1{,}4 + \frac{1}{\sqrt{D'}}}{1{,}4 + \frac{1}{\sqrt{D}}} \quad \ldots\ldots\ldots 5)$$

eingetragen worden. Im letzteren Fall ist D = 0,3 m angenommen. Wie aus der Tafel hervorgeht, erfolgt mit einer Verschlechterung der Flächen einer Turbine ein schnelles Absinken des Wirkungsgrades.

Wären die Kanäle in der Turbine als „wellig" anzusehen, müßte man

$$\lambda = c_4 R^{-c_3} \quad \ldots\ldots\ldots 6)$$

[1]) „Die Wasserwirtschaft" 1927, Heft 16, Seite 353.

Digitized by Google

setzen, wo R die Reynoldsche Zahl für den betreffenden Kanal ist und c_3 und c_4 Konstanten sind. Auf dieselbe Weise wie vorher erhält man, wenn $\eta_m = \eta_{m'}$ gesetzt wird

$$\eta' = \eta_m - (\eta_m - \eta)\frac{\nu'}{\nu}\left(\frac{D}{D'}\right)^{c_3}\left(\frac{H}{H'}\right)^{\frac{c_4}{3}} \quad \ldots \quad 7)$$

Hier ist v bzw. v' die kinematische Zähigkeit des Wassers. Setzt man nach Blasius $c_3 = 0{,}25$, dann erhält man

$$\eta' = \eta_m - (\eta_m - \eta)\frac{\nu}{\nu}\left(\frac{D}{D}\right)^{1/4}\left(\frac{H}{H'}\right)^{1/8} \quad \ldots \quad 8)$$

Aus dieser Gleichung kann man durchaus nicht irgendeinen Schluß bezüglich der Variation des Wirkungsgrades mit der Größe der Turbine ziehen. Denn wäre die Gleichung in dieser Beziehung richtig, wäre sie auch bezüglich der Zähigkeit des Wassers und des Gefälles zuverlässig, was offenbar nicht der Fall ist.

Die Vermutung liegt aber nahe, daß man für eine und dieselbe Turbine

$$\eta' = \eta_m - (\eta_m - \eta)\left(\frac{\nu'}{\nu}\left(\frac{H}{H'}\right)^{1/8}\right)^q \quad \ldots \quad 9)$$

setzen kann. Hier beziehen sich die Zeichen mit und ohne das ' also auf dieselbe Turbine unter verschiedenen Betriebsergebnissen und q ist ein Exponent < 1, dessen Wert nur durch Versuche bestimmt werden kann. Durch Variation der Temperatur von 9° C bis 29° C hat der Verfasser in dem hydraulischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Stockholm für eine gewisse Turbine $q = \frac{1}{3{,}5}$ gefunden.

Für die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Turbinengröße ist die Gleichung 3) allein entscheidend. Durch eine Kombination der beiden Gleichungen 3) und 9) erhält man

$$\eta' = \left[1 - \left(1 - \frac{\eta}{\eta_m}\right)\left(\frac{k'D}{k\,D'}\right)^{0{,}314}\left(\frac{\nu'}{\nu}\left(\frac{H}{H'}\right)^{1/8}\right)^q\right]\eta'_m \quad \ldots \quad 10)$$

Zwischen 0° und 20° ist es ausreichend.

$$\nu = 1{,}75 - 0{,}04 \cdot t \quad \ldots \quad 11)$$

zu setzen, wo t die Temperatur des Wassers in °C ist. Daraus ergibt sich

$$\frac{\nu'}{\nu} = \frac{44 - t'}{44 - t} \quad \ldots \quad 12)$$

woraus

$$\eta' = \left[1 - \left(1 - \frac{\eta}{\eta_m}\right)\left(\frac{k'D}{k\,D'}\right)^{0{,}314}\left\{\frac{44 - t'}{44 - t}\left(\frac{H}{H'}\right)^{1/8}\right\}^q\right]\eta'_m$$

k'=	1	1,5	2 5	5	nach Moody	nach Camerer
D:D'=1	85,0 %	83,3 %	80,7 %	76,5 %	85,0 %	85,0 %
2	87,5 %	86,1 %	84,0 %	80,7 %	87,5 %	87,5 %
5	90,2 %	89,1 %	87,5 %	85,0 %	90,0 %	89,7 %
10	91 7 %	90,8 %	89,6 %	87,4 %	91,6 %	90,8 %

(W. 158.)

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Pompe Centrifughe von Ing. Prof. M. Medici Manuali Hoepli, Mailand 1927, XII und 585 Seiten.

Der Bau von Kreiselpumpen hat in Italien, wie der Verfasser im Vorwort bemerkt, nach dem Kriege einen großen Aufschwung genommen. Das vorliegende Buch, das die erste größere Darstellung des Gegenstandes in italienischer Sprache enthält, beginnt mit der geschichtlichen Entwicklung der Pumpen hinsichtlich Konstruktion und Berechnung, deren erste Ansätze zutreffend auf Euler (1754) zurückgeführt werden. Auf einige allgemeine Abschnitte über die Wirkungsweise, sowie über die Grundformen und Aufstellungsarten folgen umfänglichere Untersuchungen über Theorie und Berechnung, wobei sich der Verfasser zum Teil an das bekannte Lehrbuch von C. Pfleiderer anlehnt. Neuere strömungstechnische Gesichtspunkte werden, soweit Radialräder in Frage kommen, berücksichtigt. Es folgen die Maßnahmen zur Aufnahme des Axialschubes und mehrere Abschnitte über die auftretenden Verluste und deren Einfluß auf das allgemeine Verhalten der Kreiselpumpe. Der Verfasser versucht, den Verlauf der wirklichen Kennlinie — bei einer gegebenen Drehzahl — auf rein theoretischem Wege abzuleiten; indessen entsprechen die auf eindimensionaler Betrachtungsweise beruhenden Ansätze wohl nicht ganz den tatsächlichen Verhältnissen, jedenfalls sieht das Ergebnis nach Figur 95 auf Seite 173 unwahrscheinlich aus. Beachtenswert sind die Erörterungen über die Grenzen der Saugfähigkeit, bei denen sich der Verfasser auf eigene Arbeiten stützt. Recht ausführlich wird der Bau von Laufrädern rasch laufender Pumpen behandelt; allerdings kommen die eigentlichen Axialpumpen etwas zu kurz, auch sind die Ergebnisse der Theorie der Gitterströmung nur in geringem Maße berücksichtigt. Es werden zwar die Arbeiten von Lawaczek, dagegen nicht die Abhandlungen von Bauersfeld, Thoma und Föttinger angeführt. Ein Abschnitt über die für praktische Fälle zu berücksichtigenden Rechnungsregeln beschließt den ersten Hauptteil des Buches.

Der zweite Teil (von Seite 422 ab) befaßt sich mit dem Bau der Pumpen; hier werden Bauarten und Bauteile nach Ausführungen von verschiedenen Maschinenfabriken, insbesondere auch von deutschen und italienischen, beschrieben. Darauf werden Regelung und Antrieb, sowie die Aufstellung von Pumpen behandelt. Zum Schluß werden Regeln über die Vornahme von Versuchen wiedergegeben, und zwar auf Grund der von der American Society of Mechanical Engineers im Jahre 1925 herausgegebenen Richtlinien.

Das Buch stellt eine Bereicherung der italienischen technischen Literatur dar und kann in einzelnen Punkten auch der Beachtung des deutschen Lesers empfohlen werden. Dieser wird sich allerdings mit der etwas kriegsmäßigen Ausstattung des Buches abfinden müssen. Das kleine Format (110 × 160 mm) berechtigt wohl die Bezeichnung als Handbuch im wahrsten Sinne des Wortes; es hat aber anderseits den Nachteil, daß es die Aufnahme von großen und deutlichen Konstruktionszeichnungen beeinträchtigt.

(W. 172.) Zerkowitz.

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1926. Mit 31 Abbildungen und 1 Bildnis. 1926, VDI.-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7.

Das Jahrbuch erscheint zum zweiten Male. Es enthält verschiedene Aufsätze über Einzelfragen, die gegenwärtig den Bauingenieur beschäftigen und einige Statistiken. In diesen Statistiken scheint uns der Wert des Buches für weitere Kreise begründet zu sein. Vor allen Dingen gilt dies von Ludins Statistik der Deutschen Groß-Wasserkraftanlagen und für die Zusammenstellung bedeutender Ingenieurbauten. Aber auch das Verzeichnis von Doktor-Ingenieur-Dissertationen der deutschen Technischen Hochschulen von 1918 bis 1926 wird manchem Ingenieur willkommen sein, weil in diesen meistens nicht veröffentlichten Arbeiten viele wertvolle Unter-

Digitized by Google

suchungen über Einzelfragen enthalten sind. Einige kleine Unstimmigkeiten in der inländischen Statistik werden in Zukunft leicht beseitigt werden können. (W. 225.) Soldan.

Die Rechtsnatur der Wassernutzung im Anschluß an den Erlaß des Reichsfinanzministers III v. 220 vom 15. 1. 1927. Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes, Nr. 21, Din-Format, 37 S., Preis Mark 2.—, zu beziehen durch die Geschäftsstelle des DWWV., Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50.

Im Erlaß III v. 220 vom 15. 1. 1927, betreffend die Bewertung von Wassernutzungsrechten, unterscheidet der Reichsfinanzminister subjektiv-dringliche und subjektiv-persönliche Wassernutzungsrechte.

Diese Unterscheidung in der Natur der Wassernutzungsrechte hat bei der Anwendung in der Veranlagungspraxis große Verwirrung angerichtet, da sowohl die Finanzbehörden als auch die Beteiligten oft schwierigsten Rechtsfragen gegenüberstanden. Die Schwierigkeit liegt vor allem darin, daß wir kein einheitliches deutsches Wasserrecht haben. Das Wasserrecht ist vielmehr rein landesrechtlich geordnet, wobei in den einzelnen Landesgesetzen oft die schärfsten Gegensätze zutage treten. Der Deutsche Wasserwirtschfats- und Wasserkraft-Verband sah sich deshalb veranlaßt, an Hand einer Umfrage in den größeren deutschen Ländern von sachkundiger Seite feststellen zu lassen, inwieweit die in dem Erlasse des Reichsfinanzministers durchgeführte Unterscheidung sich mit der Wassergesetzgebung der einzelnen Länder in Einklang bringen läßt. Das Ergebnis dieser Umfrage ist in der vorliegenden Mitteilung 21 wiedergegeben und enthält Beiträge von Senatspräsident Kisker-Berlin, Regierungsrat Herbert-München, Ministerialrat Dr. Hofacker-Stuttgart, Oberregierungsrat D. K. von Bayer-Ehrenberg-Karlsruhe und Justizrat August Mardersteig-Weimar.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, wie berechtigt die Forderung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes auf Abänderung des erwähnten Ministerialerlasses ist. (W. 239.)

Vereine — Versammlungen.

Ausschuß für bautechnische Bodenkunde bei der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen.

Der vor einiger Zeit durch die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen gebildete Ausschuß für bautechnische Bodenkunde hat seine Arbeit außer der Aufstellung eines umfassenden Arbeitsprogrammes in erster Linie den Teilproblemen gewidmet, deren Klärung in Anbetracht der bisherigen Vernachlässigung dieses Gebietes und seiner hohen stets weiter wachsenden Bedeutung für das gesamte Bauwesen besonders dringlich und wichtig ist, deren Bearbeitung aber auch gleichzeitig eine schnelle Nutzbarmachung der Ergebnisse für die Praxis erwarten läßt. Zunächst ist ein Merkblatt in Bearbeitung für die Ausführung von Bodenuntersuchungen und Probebohrungen, ferner ein weiteres für die Wahl der zweckmäßigsten Geräte zur Vornahme von Bodenuntersuchungen. Als weitere Aufgabe ist die einheitliche Kennzeichnung und Benennung der verschiedenen vorkommenden Bodenarten im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Probleme der Ingenieurbautechnik in Angriff genommen worden. Als Ziel hat sich der Ausschuß die gründliche wissenschaftliche Erforschung des gesamten Fragenkomplexes, der dem bauenden Ingenieur auf dem Gebiete der Bodenkunde entgegentritt und die Auswertung ihrer Ergebnisse für die praktische Ausführung gesetzt. Zur Verfolgung dieses Zieles will er alle zur Mitarbeit berufenen Kreise zusammenführen, und zwar sowohl die der reinen Wissenschaft, wie die der entwerfenden und ausführenden Ingenieure, die der planenden Bauherren, wie die die praktische Bauarbeit leistenden Unternehmungen, nach Art der im Auslande bereits mit Erfolg arbeitenden Einrichtungen. Die wissenschaftliche Versuchsarbeit wird nur zum kleinsten Teil in den bestehenden, für andere Zwecke eingerichteten Anstalten durchgeführt werden können. Eine mit allen modernen wissenschaftlichen Hilfsmitteln ausgestattete, einheitliche Versuchsanstalt für das Reich, wie sie erfreulicherweise bereits geplant ist, muß deshalb als dringendes Bedürfnis bezeichnet werden.

Es ist zu hoffen, daß ein gewisses Zurückbleiben in diesem Teile der wissenschaftlichen Forschung des Ingenieurbauwesens, das sich namentlich in letzter Zeit verschiedentlich recht empfindlich fühlbar gemacht hat, durch zielbewußte und tatkräftige Arbeit wie sie von der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen durch den Ausschuß bald eingeleitet ist, wieder eingeholt werden wird.

Vorstehende Mitteilung haben wir gerne aufgenommen, weil sie ein Beweis dafür ist, wie sehr die Bedeutung der Bodenkunde in letzter Zeit erkannt wird. Außer dem Ausschuß der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen besteht schon seit einigen Jahren ein „Unterausschuß für kulturtechnische Bodenuntersuchung" im Ausschuß für Kulturbauwesen, der bereits ersprießliche Arbeit geleistet hat und eine „Deutsche bodenkundliche Gesellschaft". Es ist zu wünschen, daß die drei Organisationen sich zu gemeinsamer Arbeit zusammenfinden, weil sonst eine unerwünschte Zersplitterung zu befürchten ist. Es muß z. B. verhindert werden, daß von verschiedenen Seiten voneinander abweichende „einheitliche" Kennzeichnungen und Benennungen der verschiedenen Bodenarten eingeführt werden. Es gibt nicht drei verschiedene, sondern nur eine Bodenkunde. (W. 222.) S.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unserer Zeitschrift liegt ein Prospekt der Buderus'schen Eisenwerke, Wetzlar bei, auf welchen wir unsere Leser hiermi ganz besonders aufmerksam machen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218
Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.

Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 19 — 1. OKTOBER — 1927

Aus dem Inhalt: Zur Eröffnung des Achenseekraftwerkes. / 9. Ordentliche Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft. / Ueber Propellerturbinen. / Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N. / Die Talsperren in Deutschland. / Rundschau: Energieaustausch zwischen Oesterreich und Deutschland. / Statistik der österreichischen Elektrizitätswirtschaft. / Die bayerischen Wasserkraftanlagen Anfang 1927. / Reichselektrizitätsversorgung. / Ganzautomatische Wasserkraftanlage am Shermann-Damm. / Falsche Berichterstattung in der Tagespresse. / Literatur. / Zeitschriftenschau. / Buchbesprechungen. / Vereine — Versammlungen. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Zur Eröffnung des Achenseekraftwerkes am 19. September 1927.

(Ueberlassen von Tiroler Wasserkraftwerke A.G.)

1. Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft Andreas Thaler, Wien, 2. Bayerischer Staatsminister des Inneren Dr. Karl Stützel, München; 3. Bundesminister für Handel und Verkehr Dr. Hans Schürff, Wien; 4. Bundespräsident Dr. Michael Hainisch, Wien; 5. Leitender Direktor der Tiwag, Ing. Erich Heller, Innsbruck; 6. Landesbaurat Dr.-Ing. e. h. August Menge, Direktor der Bayernwerk- und Walchenseewerk-A.G., München.

(Vgl. folgende Seite.)

Digitized by Google

Zur Eröffnung des Achensee-Werkes.

Von Staatsrat, Staatsminister a. D. Dr. Franz Schweyer, München.

Am 19. September 1927 ist das Achensee-Kraftwerk feierlich eröffnet worden. Die Bedeutung dieses Werkes nicht nur für Tirol, sondern für ein viel größeres Gebiet der Elektrowirtschaft geht schon daraus hervor, daß an dieser Feier nicht nur hervorragende Persönlichkeiten aus Tirol und der näheren Umgebung sondern vor allem auch aus Wien und aus Deutschland teilnahmen.

Die Gesamtzahl der Teilnehmer, die teils dem öffentlichen Leben, teils privatwirtschaftlichen Kreisen angehören, mag etwa 300 betragen haben. Mit Sonderzug begaben sich die Gäste von Innsbruck nach Jenbach zum Krafthause. Dort war inzwischen der österreichische Bundespräsident Dr. Hainisch aus Wien eingetroffen. In einer Halle war ein Altar errichtet, von dem aus die Einweihung des Werkes vor sich ging. Der Präsident der Tiroler Wasserkraftgesellschaft, Bürgermeister Dr. Eder von Innsbruck, hielt eine feierliche Ansprache, in der er schließlich den Herrn Abt Dr. Johannes Lampert des Benediktiner-Stiftes Fiecht, des früheren Besitzers des Achensees, bat, die Einweihung des neuen Werkes vorzunehmen. Nach einer kurzen Erwiderung erfolgte die kirchliche Einsegung, zu der sich der amtierende Abt in verschiedene Räume des Krafthauses begab. Eine kleinere Anzahl von prominenten Gästen folgte ihm hierbei, während die große Mehrzahl in der großen Halle zurückblieb. Nach Beendigung der kirchlichen Feierlichkeit hielt Bundespräsident Dr. Hainisch eine längere Ansprache, in der er auf die große Bedeutung des Werkes für den Wiederaufbau der österreichischen Wirtschaft und vor allem auch auf die freund-nachbarlichen Beziehungen zu Bayern mit besonderer Wärme hinwies. Er hob dabei besonders hervor, daß durch den mit dem Bayernwerk abgeschlossenen Stromlieferungsvertrag das Achenseewerk erst in die Lage versetzt wurde, seine Aufgabe in vollem Maße zu erfüllen. Er übergab das Werk dem Betrieb, worauf die Maschinen unter allgemeiner gehobener Stimmung und Böllerschüssen sich in Bewegung setzten. Mit einen Gang durch die Räume des Werkes, vor allem durch das Maschinenhaus schloß die eindrucksvolle Feierlichkeit. Im Anschluß daran begaben sich die Teilnehmer in drei festlich geschmückten Sonderzügen der Zahnradbahn nach dem Achensee, woselbst sie ein hübsch geziertes Schiff zur Fahrt nach Pertisau aufnahm. In Pertisau wurden die Gäste von den Vertretern der Gemeinde empfangen und nach Einnahme eines Mittagsmahls kehrte man mittels Sonderzügen wieder nach Innsbruck zurück, woselbst am Abend ein Festbankett stattfand. Bundesminister Schürff, der bayerische Innenminister Dr. Stützel, Landeshauptmann Dr. Stumpf von Tirol sowie eine Reihe weiterer Festteilnehmer hielten feierliche Ansprachen, die auf die Bedeutung des Werkes hinwiesen und vor allem die Glückwünsche zum Gelingen des Werkes zum Ausdruck brachten. Dabei wurde auch auf die Verdienste des leitenden Direktors Heller hingewiesen, der seinerseits den Dank des Werkes für die ausgesprochenen Glückwünsche aussprach.

Ueber die Bedeutung des Achenseewerkes bringt die Nr. 9 der Zeitschrift „Bergland" eine Anzahl interessanter Sonderaufsätze mit Abbildungen. Darin ist auch vor allem die verdienstvolle Mitwirkung des österreichischen Ministerialrats Dr. Pernt und der Wiener Bankwelt um das Zustandekommen des Unternehmens gewürdigt. Vorerst ist das Werk in seinem ersten Ausbau vollendet; die Arbeiten für den weiteren Ausbau sind bereits in Angriff genommen.

Die Gesamtkosten des ersten Ausbaus belaufen sich auf rund 40 Millionen Schilling. Die Mittel wurden durch das Aktienkapital mit 3 Millionen Schilling, durch einen rückzahlbaren Baubeitrag der österreichischen Bundesbahn mit rund 7 Millionen Schilling sowie durch Aufnahme von 2 amerikanischen Anleihen im Gesamtbetrage von 6 Millionen Dollar aufgebracht. Das Werk wird nach Durchführung des vollen Ausbaues imstande sein, rund 150 Millionen kWh hochwertigen Spitzenstrom zu liefern. Damit sollen vor allem die Stadtgemeinde Innsbruck (8 Millionen kWh) sowie das österreichische Bundesbahnnetz (zunächst 25 Millionen kWh, ansteigend bis auf 40 Millionen kWh jährlich) sowie einige kleinere Städte Tirols beliefert werden. Am 18. November 1926 wurde mit dem Bayernwerk ein Stromlieferungsvertrag geschlossen, der eine Energielieferung von jährlich 85 Millionen kWh aus dem Achensee nach Bayern vorsieht. Hierdurch wurde die Geselschaft in die Lage versetzt, ohne weiteres an den vollen Ausbau des Werkes heranzutreten. Der Grundgedanke des Achenseewerkes besteht darin, das aus dem Einzugsgebiet des Achensees und aus benachbarten Gebieten stammende Niederschlagswasser auf der 400 m hohen Gefällsstufe gegen das Inntal auszunutzen. Die größte Absenkung des Sees ist vorläufig mit 5 Meter unter dem Seespiegel festgelegt. Das Wasser wird durch eine Rohrleitung, die 13½ m unter dem höchsten Seewasserspiegel liegt, in einen 4600 m langen Stollen geleitet, der seinerseits in ein Wasserschloß mündet, das aus einer unteren Kammer von zirka 500 m³ Inhalt und aus einer oberen Kammer von zirka 2200 m³ Inhalt besteht. Aus dem Wasserschloß wird das Betriebswasser den Turbinen in einem Eisenrohr zugeleitet, das nicht wie üblich an der Oberfläche zur Talsohle geführt wird, sondern innerhalb des Berges in einen Schacht eingebettet ist. Im Kraftwerk wird teils Drehstrom zur allgemeinen Landesversorgung, teils Einphasenstrom zur Belieferung der österreichischen Bundesbahnen erzeugt. Die Drehstromerzeugung erfolgt vorerst in zwei Maschinensätzen von je 15 300 PS Leistung. Zur Erzeugung des Einphasenstroms stehen vorläufig drei Maschinensätze zu je 8000 PS zur Verfügung. Zur Beförderung des Drehstroms auf die größeren Entfernungen ist eine Spannung von 115 000 V, beim Einphasenstrom eine solche von 55 000 V vorgesehen. Die Umspann- und Schaltanlagen sind zur Vermeidung höherer Kosten als Freiluftanlagen errichtet. Für den weiteren Ausbau ist ein vierter Maschinensatz von 8000 PS für den Einphasenstrom vorgesehen; der Rest der verfügbaren Leistung wird alsdann in zwei neu zur Aufstellung gelangenden Drehstrom-Maschinen-Sätzen von je 31 000 PS zur Ausnützung kommen. Der volle Ausbau soll im Jahre 1929 beendet sein. Die gesamte Maschinenleistung wird alsdann rund 125 000 PS betragen. Bei der Innsbrucker Vorstadt Wilten ist ein Umspannwerk vorgesehen, das vor allem der Verteilung und Weiterleitung des Stromes an das Bayernwerk nach Kochel dient. (W. 252.)

(Ueber das Achenseewerk haben wir schon in dieser Zeitschrift 1926, H. 24, S. 293 berichtet. Der Bau des Entnahmebauwerkes wird in den nächsten Heften unserer Zeitschrift eingehend dargestellt werden; über die Maschinenanlage werden wir später noch näher berichten.

Die Schriftleitung.)

Digitized by Google

Neunte ordentliche Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg

am 27. und 28. Mai 1927 in Duisburg.

Nach vorhergegangener Vorstands- und Geschäftssitzung fand am 27. Mai die öffentliche Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft in Duisburg statt.

Die Reihe der Vorträge über das Gesamtthema „Die Steinkohle als Umschlaggut des rheinisch-westfälischen Industriebezirks eröffnete Regierungsbaurat Skalweit, Direktor des Kohlensyndikats Essen mit Ausführungen über „Die Bedeutung des Ruhrgebiets und der Ruhrkohle". Auf einer Flächengröße von 0,8% der des Deutschen Reiches zählt das Ruhrgebiet 10% der deutschen Bevölkerung, umfaßt 25% des deutschen Reichsbahnnetzes, zeigt auf diesen und auf seinen Wasserstraßen 30% des gesamten deutschen Verkehrsaufkommens. Die Ruhrkohlenförderung betrug 1925 59% der gesamten deutschen Stein- und Braunkohlenförderung und 72% der Steinkohlenförderung allein. Die Roheisen- und Stahlerzeugung kann zu 80% der deutschen Leistung angenommen werden.

Hinsichtlich der Kohlenvorräte hat Deutschland in Europa den ersten Platz mit 37%, rechnet man allein das Ruhrgebiet, so entfallen auf dieses 31% der europäischen Vorräte, so daß dieses Gebiet noch England übertrifft, das mit 26% an zweiter Stelle steht.

Hinsichtlich der Förderung steht in Europa England mit 41% an der Spitze, Deutschland hat seine Förderung gegen 1913 etwas steigern können und bestreitet jetzt mit 28% den 2. Platz, während die Förderung Großbritanniens um 15% zurückgegangen ist. Das Ruhrgebiet hat seine Vorkriegsförderung erst wieder während des englischen Kohlenstreiks 1926 erreichen können. Während England etwa 30% seiner Förderung über See ausführen kann, werden nach Deutschland noch rund 6% eingeführt und von der so verfügbaren Gesamtmenge rund 20% ausgeführt.

Der gegebene Weg der Ruhrkohle nach Uebersee geht über die holländisch-belgischen Häfen (Rotterdam und Antwerpen) und auch über Emden. Der Vorkriegsversand zu den Duisburg-Ruhrorter Häfen ist 1925 fast wieder erreicht, der Inlandsbahnversand nach dem Küstengebiet ist stark vermindert, der Versand nach Süddeutschland wesentlich erhöht. Der Bahnversand nach Belgien, Holland, Luxemburg, Elsaß-Lothringen ist zurückgegangen. Wasserversand erfolgt über den Rhein und den Rhein-Weser-Kanal; er wächst im Vergleich zum Bahnversand seit 1909 wegen Nachlassens des Kohlenabsatzes im Inlande und wegen Verteuerung der Eisenbahnfrachten. Der Gesamtkohlenverkehr des Jahres 1925 machte 27,7 Milliarden Tonnenkilometer aus, von denen die Wasserstraßen 7,9 Milliarden oder 29% übernahmen. Von dem Ruhrkohlenverkehr mit 16,5 Milliarden tkm entfallen 6,7 Milliarden oder 41% auf die Wasserstraßen, während 1909 diese nur 23% übernahmen.

Diese Vermehrung des Wasserstraßenverkehrs kommt bis auf Bruchteile dem Rhein, vornehmlich dem Niederrhein zugute, für dessen Ausbau abwärts Duisburg kaum Aufwendungen zu machen waren. Da die Kohle weit mehr als alle sonstigen Güter Wasserumschlagsgut, so liegt die Ausnutzung der Rheinwasserstraße in hohem Grade in deutschem volkswirtschaftlichen Interesse, wenn auch damit eine Stärkung nicht deutscher Häfen verbunden ist.

Gerade in unseren Seehäfen ist die heimische Kohle am meisten durch ausländischen Wettbewerb gefährdet, von denen Hamburg Haupteinfuhrplatz für die englische Kohle, die allein in Betracht kommt, ist. Vor dem Kriege lag der Frachtsatz der Eisenbahn nach Ausnahmetarif rund 2,5 M/t höher als die englische Fracht, heute ist die Spanne zu unseren Ungunsten sogar 4,7 RM. Nach Ansicht des Vortragenden können diese Frachtkosten durch den Hansakanal stark verbilligt werden, auch sei eine starke Herabsetzung der Eisenbahnfrachten wohl möglich; könne aber die Reichsbahn einen Frachtsatz von 4 RM. je t nicht zugestehen, dann dürfe die Durchführung des Hansakanals nicht aufgehalten werden, auf dem die Kohle mit 5,0 RM. einschließlich der Zechenvorfrachten dann die Frachtgleichheit mit der englischen Kohle erringen könne.

Der folgende Vortrag von Regierungsbaurat Germanus, Duisburg, Vorstandsmitglied der neuen, die Duisburg-Ruhrorter Hafenanlagen in ihrer Gesamtheit umfassenden Aktiengesellschaft, über „Die Duisburg-Ruhrorter Häfen" betonte zunächst den engen Zusammenhang zwischen dem Ruhrkohlenbau, der Ruhrschiffahrt und den genannten Häfen, ging weiter auf die geschichtliche Entwicklung der Häfen ein, die durch die Gründung der Aktiengesellschaft 1926 einen gewissen zusammenfassenden Abschluß fand. Das Verwaltungsgebiet dieser Gesellschaft umfaßt zurzeit 916 ha mit 109 ha Wasserfläche, 149 ha Lager- und Umschlagsplätze, 322 ha Wege- und Bahnanlagen und endlich 250 ha Erweiterungsgelände. Dem Umschlag dienen 33,3 km Uferlänge mit 3,7 km Kaimauern, an denen 23 Kohlenkipper, 142 Ladebühnen ausgebaut sind. Dem Hafenverkehr dienen 280 km Gleis. Von den Hafeninteressenten sind weiter 144 Kräne, 21 Elevatoren und 155 Schuppen und Speicher erstellt und in Benutzung. Die Hafenverwaltung arbeitet mit 258 Beamten, 101 Angestellten und 909 Arbeitern.

An Hand von Lichtbildern werden die neueren Hafenanlagen beschrieben, wobei Fragen der Sohlentiefe, der Beckenbreite, der Bauweise von vorhandenen und neuen Ufermauern und Bollwerken erläutert werden.

Des weiteren gibt der Vortrag über Umfang und Gliederung des Hafenverkehrs, der 1926 folgende Zahlen aufwies.

Güterart	Eingang Million t	Ausgang Million t	Gesamtverkehr Million t
Kohle	0,15	22,95	23,10
Erze	1,57	0,04	1,61
Eisenwaren	0,15	0,89	1,04
Getreide	0,42	0,02	0,44
Holz	0,09	0,001	0,091
Sonstige Güter	1,01	0,42	1,43
Insgesamt:	3,39	24,321	27,711

Die Kohle brachte etwa 4,3 Millionen Tonnen mehr als 1913, die Eisenausfuhr hielt sich etwa auf gleicher Höhe, während sich der Verkehr in den anderen Gütergruppen um etwa 50 v. H. gesenkt hatte.

Der Schiffsumlauf war annähernd wie 1913 nur mit dem Unterschiede, daß infolge Verwendung größerer Kähne jetzt die Durchschnittsladung 775 Tonnen statt vor dem Kriege 582 Tonnen faßte. Arbeitstäglich werden im Ein- und Ausgang etwa 170 Kähne behandelt. Im Rhein-Seeverkehr hat sich die Zufuhr gegen 1913 fast verdoppelt, die Abfuhr

Digitized by Google

dagegen um die Hälfte vermindert. Dagegen ist der Verkehr nach dem Oberrhein wesentlich stärker geworden.

Zum Schluß erwähnte der Vortragende noch eine neue vervollkommnete Kohlenumschlagsvorrichtung, wie sie in nächster Zeit zur Ausführung kommen soll.

Es folgte der Vortrag von Regierungsbaurat Wehrspan (Wanne) über „Kohlenverladung am Rhein—Herne-Kanal". Den als Kanalverbreiterung oder auch als Hafenbecken ausgebildeten Häfen des Rhein—Herne-Kanals werden die Kohlen mit Hilfe von Kübelwagenzügen von den Zechen unmittelbar zugeführt, ihre Verladung ins Schiff erfolgt im Gegensatz zu dem Verfahren in Ruhrort mit Hilfe von Kränen. Die Leistung ist eine außerordentlich große, so beträgt der Umschlag im Hafen Wanne-West jährlich 750 000 Tonnen je Kran oder 5600 t je lfd. m Kailänge. Der Bedarf an Lade- und Liegefläche für die Kanalkähne wird wesentlich durch die Zahl der Kohlensorten beeinflußt, die zum Umschlag kommen, (in Wanne-West von 30 Schachtanlagen nicht weniger als 57 Kohlensorten) danach ist Zahl und Ausbildung der Kräne abzustimmen. Die Kräne arbeiten dabei, wie die Erfahrung gezeigt hat, zweckmäßig auf ein Ufergleis. Wesentlich bestimmend für die Leistungsfähigkeit ist die Ausbildung der Eisenbahnanlagen. Die Bildung von Einfahrgruppen, Bezirksgruppen und Ufergruppen hat sich als zweckmäßig erwiesen. Die ständig sich ändernden Ladeverhältnisse am Ufer verlangen straffe einheitliche Leitung des Fahr- und Wagendienstes mit dem Ablauf- und Uferbetrieb. Da die größten Kosten in einem Hafen durch den Umfang der Erdarbeiten und den Bau der Ufermauern verursacht werden, so muß versucht werden an Kailänge zu sparen. Eine solche Ersparnis ist möglich, wenn die Kähne zum Beladen nicht verholt zu werden brauchen. Das wird in Wanne-West dadurch erreicht, daß drei nebeneinander liegende Kähne durch ein und denselben Kran bedient werden können; die neuen Kranen haben deshalb eine Ausladung von 27 m erhalten, damit ist eine Ersparnis von 10% möglich gegenüber einer Beladungsmöglichkeit für nur zwei nebeneinander liegende Kähne.

Durch die ausschließliche Verwendung der Kübel wird eine außerordentliche Schonung der Kohle und der große Vorteil erreicht, daß Halden nicht verladener Kohlen vermieden werden, was sich bei Kipperverladung nicht hat erreichen lassen. Die Kübelverladung ist an sich sehr leistungsfähig und billig, bedarf aber eines eigenen Parks an Kübel-Tragwagen, ein Nachteil, der jedoch bei genügend schnellem Umlauf völlig ausgeglichen wird. Nach Ansicht des Vortragenden kommt die Verwendung von Großraumwagen in der Form von Selbstentladern weder für Binnenhäfen noch für Seehäfen in Frage. Ich möchte diese Auffassung dahin einschränken, daß ich sie dort für möglich halte, wo nicht die Schonung der Kohle notwendig ist, wo zum Beispiel wie beim Großkraftwerk Klingenberg-Berlin die Kohle als Staubkohle endgültig Verwendung finden soll.

Nach den Erfahrungen am Rhein—Herne-Kanal sind Kohlenkipper, Kipperkatzenbrücken und Portalkrane mit Kübel hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit als gleichwertig anzusehen, Verladebrücken stehen ihnen nach. Kipperanlagen sind in der Anlage und in der Unterhaltung teuer, schonen die Kohle auch nicht genügend; die Kipperkatzenbrücke hat hohe Anlage- und Betriebskosten, kann vorteilhaft vom Lagerplatz arbeiten. Die Verladebrücke ist teuer und schwerfällig, kommt in Frage bei ausschließlicher Platzverladung.

Hinsichtlich der Wirtschaftsform der Häfen vertritt Vortragender den Standpunkt, daß Privathäfen den Ansprüchen an eine wirtschaftlichste Betriebsform nicht genügen, er bedauert, daß diese Form am Lippe-Seitenkanal ihre Wiederholung findet. Sie zerscheiden unnötig wertvollstes Seitengelände an der Wasserstraße. Lichtbilder und ein außerordentlich wirkungsvoller Film mit Fliegeraufnahmen vervollständigten und ergänzten die wissentschaftlichen Vorträge.

An die Vorträge schlossen sich am 28. Mai 8 verschiedene Besichtigungen, so der Häfen Wanne und Düsseldorf, der Baustelle der Marienschleuse, des Duisburger Werkes der Demag A.-G., der Kabelwerke Duisburg, der Hütte Duisburg-Meiderich der Vereinigten Stahlwerke und der Heinwerft Walsum der Gute Hoffnungs-Hütte. Der Nachmittag brachte eine vorzüglich verlaufene gemeinsame Fahrt sämtlicher Teilnehmer durch die Duisburg-Ruhrorter Häfen, die in freigebigster Weise von der Hafenverwaltung geboten wurde.

Am Sonntag, den 29. Mai fuhren sodann die deutschen Teilnehmer nach Scheveningen, wo sie am Abend im Hause des Kgl. Instituts va Ingenieurs im Haag von deren Präsidenten begrüßt wurden.

Der Besuch des Rotterdamer Hafens am folgenden Tage (Montag, den 30. Mai) wurde durch einen kurzen aber aufschlußreichen Vortrag des inzwischen leider plötzlich verstorbenen Direktors der Gemeentewerken Rotterdam, Herrn H. S. de Roode eingeleitet. Den holländischen Fachgenossen dürfen wir auch wohl an dieser Stelle unser aufrichtiges Beileid aussprechen zu dem Verlust, den sie durch den Heimgang dieses verdienten Mannes erlitten haben.

In Gegenwart Sr. Kgl. Hoheit des Prinzen der Niederlande fand sodann im neuen Rotterdamer Rathause ein feierlicher Empfang der deutschen Gäste durch den Bürgermeister von Rotterdam statt, bei dem Geheimrat de Thierry in seiner Erwiderung auf die Begrüßungsworte auf die innige Verbundenheit der niederländischen und der deutschen Wirtschaft hinwies. An die Feier schloß sich die Niederlegung eines Kranzes am Denkmal Calands, des Schöpfers der Lebensader Rotterdams, des Neuen Wasserweges von der Stadt nach See an. Sodann fand am Nachmittage eine Rundfahrt durch die Rotterdamer Hafenanlagen statt, die Gelegenheit zu einer Reihe von Besichtungen, so der Brückenbaustelle über die Maas und den Koninghaven, der bürgerhoutschen Maschinenfabrik en Scheepswerk, der Droogdok Mij. und der Anlagen der Steinkohlenhandelsvereinigung bot. Auf dem Flugplatz im Waalhaven fanden sich schließlich noch einmal alle Teilnehmer der Hollandfahrt zusammen, um hier Flugveranstaltungen beizuwohnen, auch wohl selbst zu kurzen Flügen aufzusteigen.

Der folgende Tag vereinigte sodann noch eine kleinere Zahl von Herren zur Fahrt nach Ijmuiden, wo unter der liebenswürdigen Führung der Herren Hoofdingenieure Heyering und Redeker die Baustelle der neuen Schleuse (für das 100000 T-Schiff) der Außen-Fischerei- und Hochofenhafen besichtigt werden konnten. Eine wundervolle Fahrt durch den Nordseekanal nach Amsterdam beschloß diesen schönen Tag.

Der Mittwoch, d. 1. Juni wurde teils bei strömendem Regen zur Besichtigungsfahrt durch die Amsterdamer Häfen genutzt, für die Hoofdingenieur Herr van Heemskerck van Beest den liebenswürdigen stets auskunftbereiten Führer machte.

Den Abschluß der Fahrt machte ein gemeinsam mit der Deutsch-niederländischen Vereinigung Aachen durchgeführter Ausflug nach den Trockenlegungsarbeiten an der Zuidersee, die von Enkhuyzen ausgehend zu den Baustellen an der friesischen Küste führte. Die Führung hatte hier Herr Hoofdingenieur van Kuffeler, dessen frische, lebenskräftige Art wohl allen Teilnehmern unvergeßlich bleiben wird.

Die Hafenbautechnische Gesellschaft kann mit vollster Befriedigung auf ihre diesjährige Tagung zurückblicken; in allem vorzüglich vorbereitet und mustergültig durchgeführt hat sie allen der etwa 300 Teilnehmer sicherlich eine

Digitized by Google

Fülle von Anregungen gebracht. Ich muß gestehen, daß ich diese Tagung als eine ganz besonders wertvolle unter den vielen Tagungen von Fachverbänden ansehe. Besonders auch die auf Einladung der Holländischen Kollegen unternommene Hollandfahrt, für die wir besonders Herrn Direktor van Panhuys zu außerordentlichem Dank verpflichtet sind, wird allen Teilnehmern unvergeßlich sein. Es ziemt wohl, daß wir auch an dieser Stelle allen, die sich um die Durchführung verdient gemacht haben, unseren warmen Dank zum Ausdruck bringen. (W. 223.) Prof. Heiser, Dresden.

Über Propeller-Turbinen.

✓ Von Prof. Dr.-Ing. e. h. Ernst Reichel, Charlottenburg.

Schon Mitte 1919, als die Ansichten über das Anwendungsgebiet der Propeller-Turbinen noch ungeklärt waren, ist von Prof. Wagenbach (Breslau) und mir der Entschluß gefaßt worden, eine Turbine zu bauen, die das Studium der einschlägigen Verhältnisse gestatten würde. Zur Verfügung stand die schon mehrfach verwendete Vertikalturbine in der Versuchsanstalt für Wassermotoren an der Technischen Hochschule Charlottenburg. Prof. Wagenbach hatte es übernommen, die Zeichnungen zu liefern. Widrige Umstände aller Art haben aber die Ingangsetzung so verzögert, daß erst Oktober 1920 mit den Versuchen begonnen werden konnte.

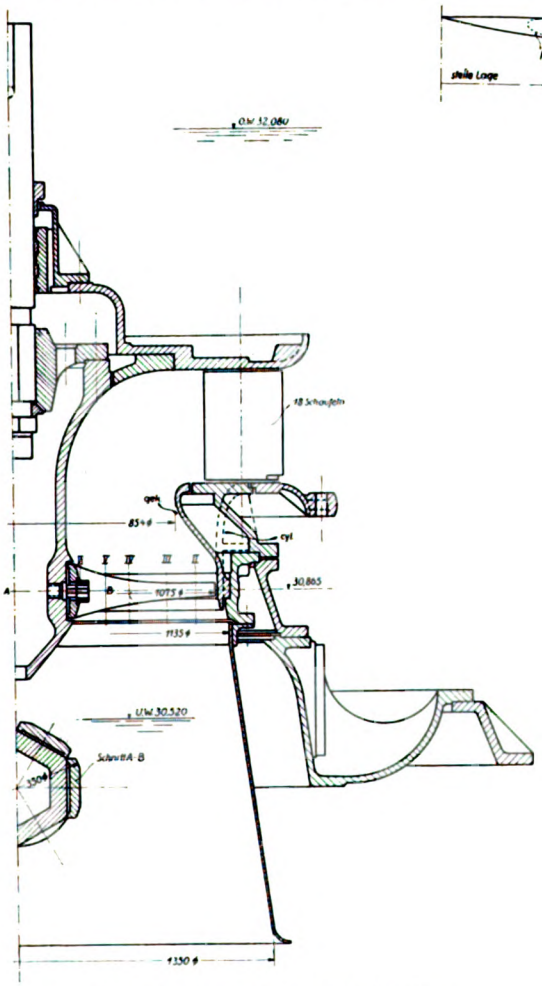


Abb. 1. Schnitt durch die Versuchsturbine.

Die neue Turbine (Abb. 1) war für das Gefälle der Versuchsanstalt, das sich im Herbst gewöhnlich nicht über 1,4 bis 1,5 m erhebt, gebaut und mit 6 Laufschaufeln versehen, die einzeln an der Nabe so befestigt waren, daß man sie nicht nur um eine senkrecht zur Turbinenwelle stehende Gerade verdrehen, sondern auch ganz entfernen konnte. Die Form des äußersten Laufradprofiles geht aus Abb. 2 hervor. Die Versuchsturbine war auch so geartet, daß die 18 Leitschaufelbolzen sich von einem Durchmesser von 1000 mm bis auf 1200 mm um je 50 mm versetzen ließen. Die Leitschaufeln waren 300 mm hoch und ihre Lichtweite wurde durch ein Handrad eingestellt.

Begonnen wurden die Versuche mit 6 Laufschaufeln, wobei die Leitschaufelbolzen auf 1200 ⌷ standen. Da die Schaufelform abweichend von sonstigen Achsialturbinen gewählt war und die Schaufeln bei Normalstellung sich im Grundriß so deckten, daß jede Schaufel einen Winkel von etwa 60° einnahm, war man mehr auf die Wirkung selbst, als auf die absolute Höhe des Wirkungsgrades gespannt. Es wurden

Abb. 2. Aeußerstes Profil der W.-Schaufel.

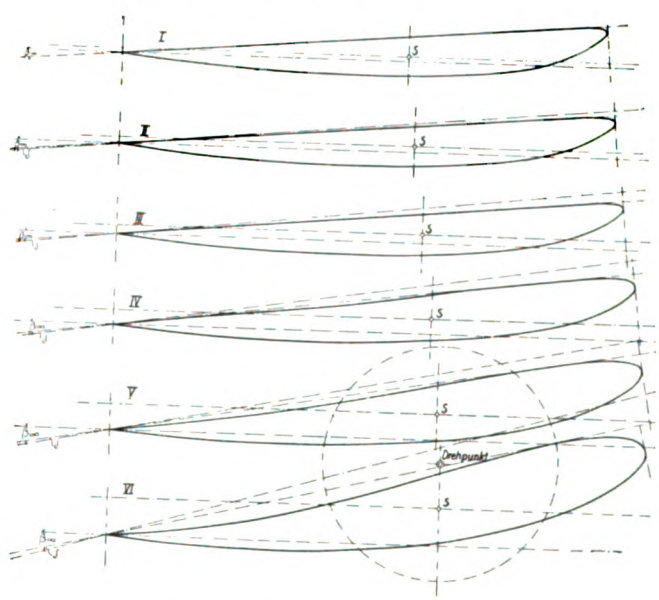


Abb. 3. B-Rad. In die Zeichenebene abgerollte Schaufelprofile.

darum in der Folge bei der Durchbremsung nur jene Punkte berücksichtigt, die in der Nähe des günstigsten Wirkungsgrades lagen. Bei 6 Laufschaufeln wurde bei Normalstellung der günstigste Wirkungsgrad bei $n_I = 108$ und bei einer Wassermenge von 0,52 m³/sec erzielt. Eine Verstellung der Leitschaufelbolzen auf 1000 ⌷ ergab etwas geringere Werte. Die Stellung der Leitschaufelbolzen ist also nicht ganz gleichgültig, wenn auch der Einfluß nicht groß ist. Für die Folge wurden die Stellungen auf 1200 ⌷ berücksichtigt. Im übrigen haben die auf n_I bezogenen Werte der Bremskraft P_I und der Wassermenge Q_I Kurven ergeben, die sich von den bisher üblichen nicht wesentlich unterschieden. (Abb. 5 und 6) Bei einer Verdrehung der Laufschaufeln erzielten kleinere Winkel β_2 eine bedeutende Senkung der Wassermenge, während die Umdrehungszahlen fast dieselben blieben. Auch der Wirkungsgrad hat etwas, aber nur wenig abgenommen.

Digitized by Google

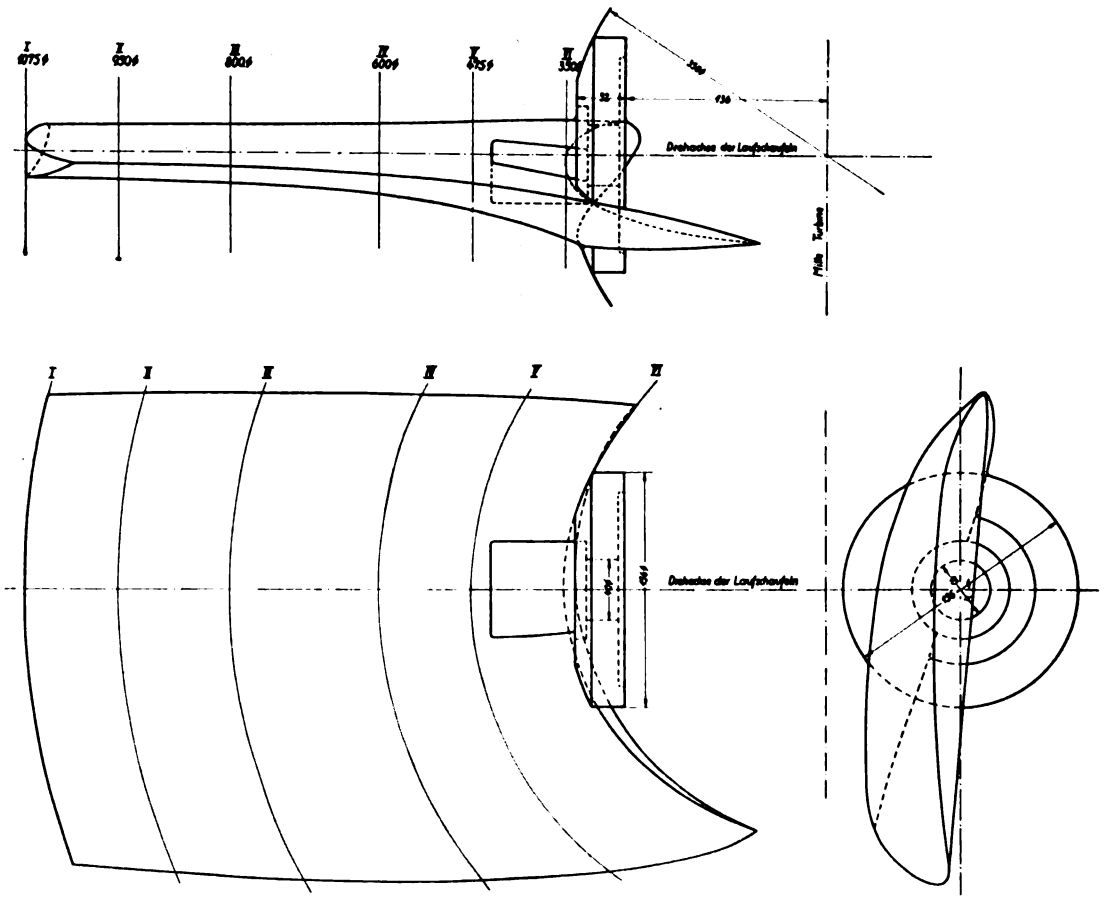


Abb. 4. B-Rad-Schaufel.

Verändert wurden die Verhältnisse völlig, als man die Turbine mit nur 3 Laufschaufeln ausgestattet hat. Die Drehzahl, die Wassermenge und n_s stiegen ganz bedeutend. Bei Normalstellung von $n_l = 108$ auf 177, von $Q_l = 0{,}52$ auf 1,195 und von $n_s = 230$ auf 565, während sich der Wirkungsgrad etwas erniedrigte. Wie vorauszusehen war, fällt die Bremskraft P_l nach der Erreichung eines Maximums rasch wieder ab und nimmt beim Stillstand der Turbine einen Wert an, der bei allen Füllungen wesentlich kleiner als der Maximalwert ist. Der Unterschied ist bei allen kleinen Füllungen geringer, da der P_l-Wert fast für alle Füllungen konstant ist. Jeder Umfangskraft entsprechen also zwei verschiedene Drehzahlen, von denen allerdings sich nur in ganz seltenen Fällen die kleinere durch Bremsung erreichen läßt. Die Turbine bekommt die Neigung, bei der Erniedrigung der Drehzahl plötzlich stehen zu bleiben, d. h. also, daß sie nicht bei jeder Belastung anlaufen kann. Es ist das eine Eigenschaft aller Turbinen, deren Laufschaufeln sich im Grundriß nicht decken, sondern dem Wasser einen freien Durchtritt gewähren. Diese Erscheinung ist ohne weiteres erklärlich, es handelt sich nur darum, ihre Größenordnung kennen zu lernen.[1]) Zum Glück stellt sich der günstigste Wirkungsgrad bei einer ziemlich höheren Drehzahl ein, als der Stillstand der Turbine erfolgt, so daß also die Turbine bei der üblichen Art der Regulierung auf konstante Drehzahl nicht versagt.

Je flacher die Laufschaufeln eingestellt (also verdreht) werden, desto mehr sinkt die Wassermenge bei nahezu konstanter Drehzahl. Der Wirkungsgrad steigt, um später langsam wieder abzunehmen. Es gibt also e i n e Lichtweite der Laufschaufeln, die dem günstigsten Wirkungsgrad entspricht. Die Leerlaufsdrehzahl steigt gegenüber jener mit 6 Laufschaufeln auf mehr als das Zweifache derjenigen Drehzahl, die sich beim günstigsten Wirkungsgrad einstellt. (Abb. 5).

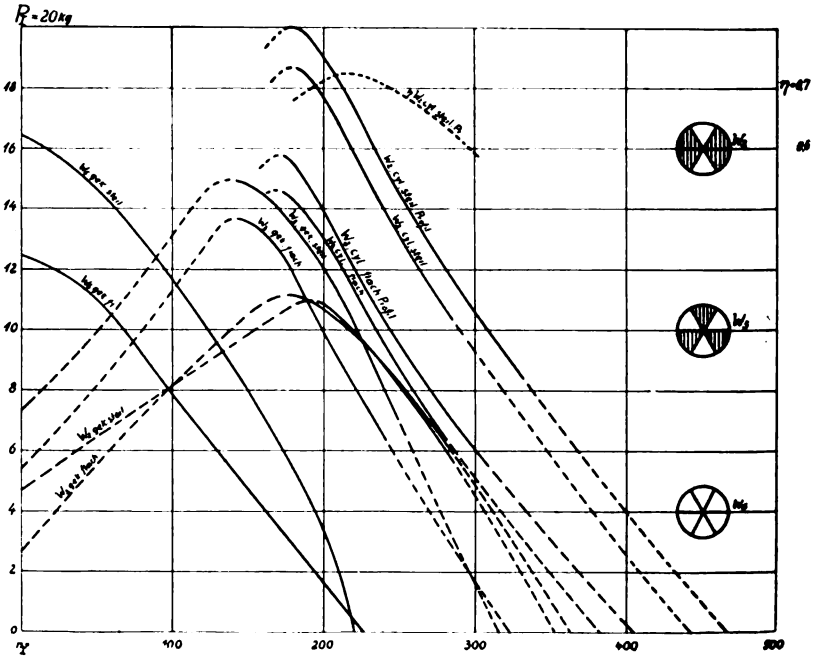


Abb. 5. W-Rad. Umfangskräfte P_l.

[1]) Kaplan hat außer seinem D. R.-Patent Nr. 300 591 mit weiter Teilung noch Nr. 438 778 mit Ueberdeckung genommen.

Digitized by Google

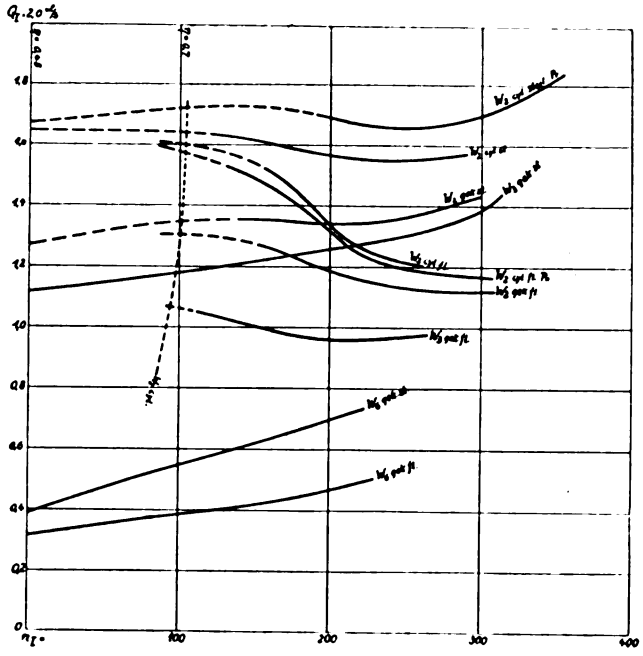


Abb. 6. W-Rad. Wassermengen = Q_l.

Noch auffallender werden alle Erscheinungen, wenn man die Zahl der Laufschaufeln auf zwei herabsetzt. Die Drehzahl n_l steigert sich bei der Normalstellung auf $n_l = 216$, die Wassermenge Q_l auf 1,370 m³/sec, während der Wirkungsgrad weiter abfällt. Der Wert r_s steigt auf etwa 660. Bei einer Verdrehung der Laufschaufeln zeigen sich auch hier dieselben Erscheinungen wie früher. Je flacher die Laufschaufeln eingestellt werden, also je kleiner β_2 gemacht wird, desto mehr sinkt die Wassermenge. Der Wirkungsgrad steigt zuerst beträchtlich, um später wieder abzufallen.

Eine flachere Einstellung der Laufschaufeln hat bei geringer Schaufelzahl, also ganz allgemein die Folge, daß der Wirkungsgrad und die Drehzahl sich nur wenig ändern, während die Wassermenge stark verkleinert werden kann. Die Wirkungsgrad-Kurve bezogen auf die Wassermenge verläuft also sehr flach (Abb. 6). Die flachere Einstellung der Laufschaufeln ist also ein sehr wirksames Mittel, ohne Aenderung der Drehzahl, auch bei kleinen Füllungen der Turbine, einen verhältnismäßig günstigen Wirkungsgrad zu erzielen. Hiermit würde die Erwerbung eines dahingehenden Patentes auf drehbare Laufschaufeln durch Kaplan ihre Erklärung finden. Freilich auch der Umstand, daß sich die Kaplan-Turbinen infolge der drehbaren Laufschaufeln in konstruktiver Hinsicht komplizierter und darum auch teurer stellen als die gewöhnlichen Turbinen und die Propeller-Turbinen ohne drehbare Laufschaufeln.

Die Leerlaufdrehzahl steigt ferner bei der zweiflügeligen Turbine noch weiter und beträgt etwa das 2,2fache der normalen Drehzahl bei günstigstem Wirkungsgrad.

In der weiteren Untersuchung des W-Rades mußte im März 1921 eine Unterbrechung eintreten, weil die Versuchsanstalt im selben Versuchsstand eine eilige Prüfung mit Lawaczeck-Laufrädern vorzunehmen hatte, über deren Ergebnisse nur soviel mitgeteilt werden soll, daß sich mit einem besonders gearteten Laufrad schließlich ein Wirkungsgrad von 87% ergeben hat.

Sowohl die mit dem W-Rade als auch die mit der Lawaczeck-Turbine angestellten Versuche haben den Wunsch nahegelegt, die sich einstellenden Erscheinungen auch theoretisch zu erfassen. Hierbei ist eine Unterredung mit dem Direktor der Zeiß-Werke, Dr.-Ing. e. h. W. Bauersfeld, sehr zustatten gekommen, der sich schon früher eingehend mit Turbinenbau beschäftigt hatte, nun die Anregungen aufgriff und in der Z. d. V. d. I. 1923, S. 461, einen Aufsatz erscheinen ließ, in welchem ganz allgemein der Vorgang in den Turbinen als eine Strömungserscheinung aufgefaßt wird, die für alle Flüssigkeiten Gültigkeit behält. Die Versuche, die inzwischen von Prof. Dr. Prandtl in Göttingen mit einem Luftkanal und verschieden geformten Flügeln angestellt worden waren, mußten also auch hier ihre Gültigkeit beibehalten.

Noch ehe der genannte Aufsatz von Bauersfeld im Druck erschien, wurden zwei Bronzeflügel für die Nabe der W-Turbine entworfen, deren Ausführungsabmessungen aus Abb. 3 und 4 ersichtlich sind. Herr Direktor Lasche von der A.E.G. Turbinenfabrik hatte die Herstellung der Flügel genehmigt und schon im August 1922 konnten die ersten Versuche damit angestellt werden. Auch da kam es weniger darauf an, die absolute Höhe des Wirkungsgrades festzustellen, als vielmehr darauf, die allgemeinen Erscheinungen zu ermitteln, denn daß sich bei einer absoluten Neukonstruktion keine hohen Wirkungsgrade ergeben würden, war vorauszusehen.

Die Turbine B_2 genannt, zeigte im allgemeinen ähnliche Erscheinungen, wie sie schon beim W_2-Rad betrachtet worden waren. Auch hier entsprechen vom Maximum der Drehkraft an gerechnet, jeder Belastung zwei Drehzahlen, und dieser Unterschied wird um so kleiner, je geringer die Füllung ist. Abweichend gestaltete sich bei der gewählten Schaufelform die Abhängigkeit der Wassermenge von der Drehzahl. Sie war bei Stillstand am größten, fiel bis zum Maximum des Wirkungsgrades und erhob sich dann wieder, namentlich bei großen Füllungen. Aehnliche Erscheinungen waren übrigens schon bei einzelnen Füllungen des W_2-Rades aufgefallen.

Eine Versetzung der Leitschaufelbolzen auf einen anderen Bolzenkreis-Durchmesser hatte hier noch weniger Einfluß als beim W_2-Rad. Erwähnt kann werden, daß auch 9 längere

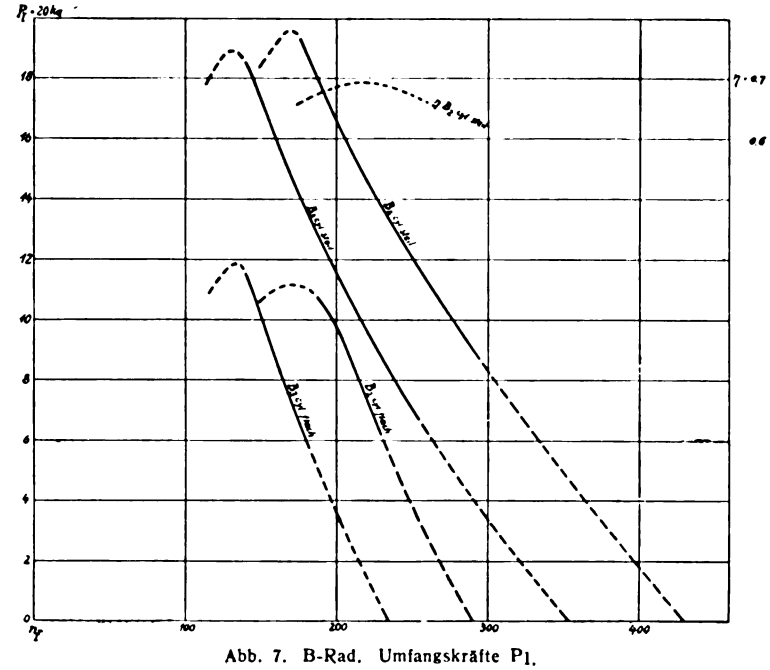


Abb. 7. B-Rad. Umfangskräfte P_l.

Digitized by Google

Leitschaufeln keine Erhöhung des Wirkungsgrades gebracht haben, gleichgültig, auf welchem Bolzenkreis-Durchmesser sie saßen. Es wurde lediglich eine geringe Erhöhung der Drehzahl erzielt, so daß alle anderen Versuche mit 18 Leitschaufeln auf 1200 mm Bolzenkreis ausgeführt wurden.

Bei einer Verdrehung der Laufschaufeln zeigte sich, daß die gewählte Anfangsstellung auch ungefähr dem Maximum des Wirkungsgrades entsprach. $n_1 = 210$, $Q_1 = 1{,}036$ m³/sec. Eine flachere Stellung hat neben einer Verminderung der Wassermenge nur eine sehr geringfügige Verkleinerung der Drehzahl und des Wirkungsgrades gebracht. Zum Beispiel bei 2,8° Verdrehung änderte sich n_1 auf 205, Q_1 auf 0,936. Dasselbe zeigte sich bei mäßigen Steilerstellungen. Die Wassermenge wurde wesentlich größer, der Wirkungsgrad rasch kleiner und es verminderte sich gleichzeitig in mäßigen Grenzen die Drehzahl. Zum Beispiel bei einer Steilerstellung um 4,5° ergaben sich $n_1 = 200$, Q_1 dagegen 1,330. (Abb. 7 und 8). Hiernach würde sich für diese Turbinenart nur eine geringe Steilerstellung der Laufschaufeln, dagegen eine wesentliche Flacherstellung empfehlen, wenn man bei nahezu gleichbleibender Drehzahl auf hohen Wirkungsgrad bei veränderlicher Wassermenge sehen will. Auch hier verläuft die Wirkungsgrad-Kurve sehr flach, wenn bei derselben Drehzahl die Wassermenge durch Verdrehen der Laufschaufeln geändert wird. (Abb. 8).

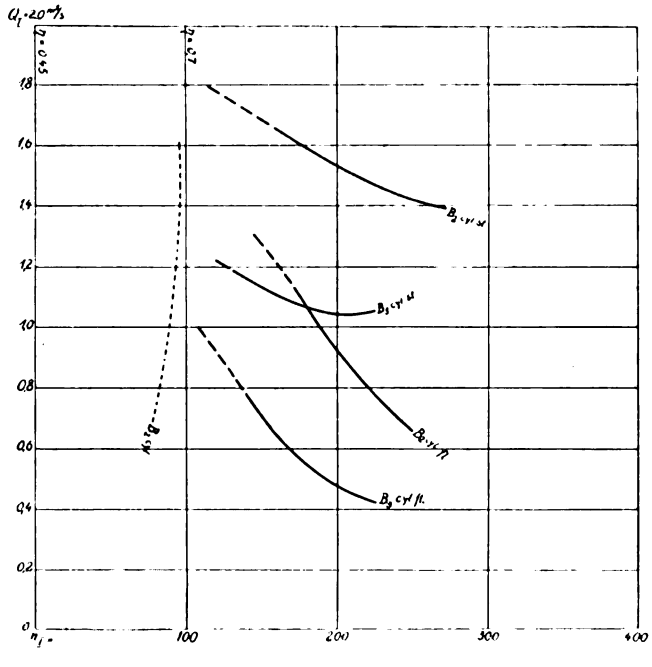


Abb. 8. B-Rad. Wassermengen = Q_1.

Obwohl nun bei drei gleichen Laufschaufeln eine völlig geänderte Turbine entsteht (da nach Bauersfeld die Schaufelfläche konstant bleiben soll), wurde doch ein Versuch mit einer dritten gleichen Schaufel ausgeführt, um den Einfluß der Schaufelzahl kennen zu lernen. Die Zeiß-Werke und die A.E.G. Turbinen-Fabrik hatten in zuvorkommender Weise auch die Herstellung einer dritten Bronzeschaufel genehmigt. Der Erfolg war, daß sich bei der Normalstellung die Drehzahl auf $n_1 = 170$ und die Wassermenge auf $Q_1 = 0.800$ cbm/sec senkte, während gleichzeitig der Wirkungsgrad sich um etwa 3% erhöhte. Eine Verdrehung der Laufschaufeln hatte einen ähnlichen Erfolg, wie er schon oben beschrieben worden ist.

Bei allen bisherigen Versuchen wurde es als Störung empfunden, daß (Abb. 1) der äußere Durchmesser der Turbine bei den Leitschaufeln kleiner war als später, sich also von 854 auf 1075 mm erweiterte. Es wurde darum die in Abb. 1 punktiert dargestellte Ausführung gewählt, bei der sich der Durchmesser des Leitrades allmählich bis auf den des Laufrades verengt. Freilich war es dann nicht mehr möglich, die Leitschaufelbolzen auf 1000 mm Bolzenkreis zu setzen. Man mußte, wie schon oben angedeutet, stets auf 1200 stehen bleiben.

Der Erfolg war bei 2 und 3 Laufschaufeln verschieden. Im allgemeinen trat aber eine Verbesserung des Wirkungsgrades ein, die bei flacheren Stellungen 3%, bei steileren aber bis zu 10% betrug. Die Wassermengen wurden ganz wesentlich größer. Zum Beispiel bei 4,5° Verdrehung 23%, während sich die Drehzahlen bei 2 Schaufeln kaum, bei 3 hingegen bis um 15% erhöhten. Im allgemeinen kann also das mehr zylindrische Leitrohr als eine erhebliche Verbesserung bezeichnet werden.

Nachdem sich dieser Erfolg beim B_2-Rade herausgestellt hatte, wurde auch mit dem vorher erwähnten W-Rade und dem zylindrischen Leitrohr ein Versuch gemacht. Auch hier ist der Wirkungsgrad um etwa 3% gestiegen, während sich die Wassermenge, je nach der Steilstellung, bis um 30% gehoben hat. (Abb. 5 und 6).

Die Schaufeln des W-Rades waren, wie aus Abb. 2 hervorgeht, bisher stets mit stark zugeschärfter Eintrittskante probiert worden. Es wurde aber aus früheren Versuchen geschlossen, daß eine „Profilierung" der Eintrittskante einen günstigen Einfluß haben müsse. Darum wurden bei zwei Laufschaufeln die Eintrittskanten nach Abb. 2 gebrochen und außerdem die Lauflächen möglichst geglättet. Beide Laufschaufeln wurden in das zylinderische Leitrohr eingesetzt.

Der Erfolg war ein sehr guter. Ohne daß sich die Drehzahl wesentlich geändert hätte, betrug die Steigerung des Wirkungsgrades bei den steileren Stellungen etwa 1%, der sich bei den flachen Stellungen bis auf 4½% erhöhte. Die Wassermenge hat sich nur bei den steileren Stellungen um etwa 5% gehoben. Bei den flacheren Stellungen näherte sie sich derjenigen ohne Profilierung.

Der wichtigste Unterschied war aber der, daß sich beim W-Rade und dem gekrümmten Leitrohr bei flacheren Stellungen der Laufschaufeln der Wirkungsgrad stets hob, während er bei dem zylindrischen Leitrohr stets kleiner wurde, gleichgültig, ob man die Schaufeln scharf oder profiliert ausgeführt hatte.

Die Versuchsergebnisse mit der Bauersfeldschen Theorie in Einklang zu bringen, ist nicht geglückt. Wie es ja überhaupt sehr schwer ist, eine Ausführung mit einer schon bestehenden Theorie zu vereinigen. Man mußte sich damit begnügen, die allgemeinen Gesichtspunkte festzustellen, die sich bei einer achsialen Turbine bei ständiger Verringerung der Laufschaufelzahl ergaben. Das Gefühl für solche Turbinen wurde aber wesentlich gestärkt und der Einfluß der Verdrehbarkeit der Laufschaufeln geklärt. (W. 194.)

Digitized by Google

Das Itterkraftwerk bei Eberbach a. N.

Von Baurat a. D. A. Baumann.

(Schluß aus H. 16, S. 223.)

An den eisernen Düker schließt sich die Verteilleitung aus Eisen an, die das Betriebswasser auf zwei von der Firma Voith gelieferte Francis-Doppel-Spiralturbinen mit liegender Welle von je 700 PS Leistung leitet. Um eine möglichst günstige Einführung des Wassers zu erhalten, sind die beiden Aggregate, da eine entsprechende Drehung des Krafthauses nicht tunlich erschien, im Winkel von 45 Grad zur Krafthausachse aufgestellt (Abb. 9 und 10). Es ergibt sich hierdurch eine gute Raumausnützung und eine gute Raumwirkung. Jede Turbine schluckt 2.2 cbm/sek. bei einem Nutzgefälle von 30 m, und hat eine Umdrehungszahl von 750 Touren je Minute. Jede Turbine ist mit einem hydraulischen Geschwindigkeitsregler mit Drehzahlverstellung und einem Druckregler ausgerüstet. Die Rückleitung des verarbeiteten Wassers aus den Doppellaufrädern geschieht durch je ein Hosenrohr, welches in ein Saugrohr aus Blech übergeht. Jede Turbine ist direkt gekuppelt mit einem von der Fa. Brown, Boveri & Cie. in Mannheim gelieferten Drehstromerzeuger von 665 K VA bei $\cos \varphi = 0.7$ für 5250 Volt Spannung und 50 Perioden. An die Generatoren ist je eine Erregermaschine mit Nebenschlußregulator in fliegender Anordnung angebaut von je 8,5 kW Leistung und 95 Volt Spannung. Das Schwungmoment des Generators beträgt 1700 kgm². Die Verbindung der Generatorenwelle mit der der Turbine ist mittelst einer Scheibenkuppelung mit Zwischenscheibe hergestellt zwecks evtl. späterer Einfügung eines Schwungrades. Die Generatorenlager sind mit Wasserkühlung versehen; das Kühlwasser wird der Druckleitung entnommen.

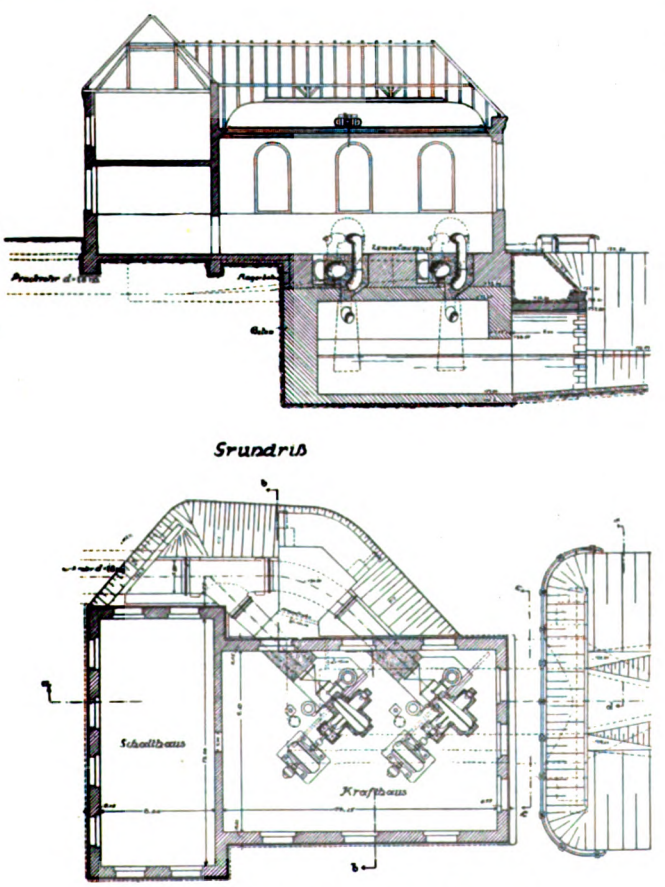


Abb. 9. Itterwerk. Krafthausschnitt und Grundriß.

Der von den Generatoren erzeugte Strom wird über die erforderlichen Schalt- und Meßeinrichtungen zur Sammelschiene geleitet. Von diesen wird einerseits der für den Eigenbedarf nötige Strom über einen Stationstransformator abgenommen, andererseits werden drei Freileitungen abgezweigt. Die eine dieser Freileitung stellt die Verbindung mit dem Städtischen Elektrizitätswerk Eberbach her und hat als Betriebsspannung die der Sammelschiene, nämlich 5000 Volt. Die beiden andern Freileitungen, deren Betriebsspannung mittelst zweier Transformatoren von zusammen 1300 K VA auf 20 000 Volt erhöht wird, dienen als Speiseleitungen für das Netz des Badenwerkes, in welches der gesamte erzeugte Strom nach Abzug des Bedarfs der Stadt Eberbach, abgegeben wird. Die Schaltanlage ist im zweistöckigen Schalthaus, welches mit dem Krafthaus unter einem Dach vereinigt ist, untergebracht.

Der beim Krafthaus etwa 5 m tief eingeschnittene Unterwasserkanal ist rund 400 lang und mit Böschungen 1 : 1 ausgeführt. Die Böschungswände sind bis 20 cm über Wasserspiegel mit Beton ausgekleidet, während die Sohle, die größtenteils in grobem Kies liegt, unbefestigt blieb. Der Unterwasserkanal machte insgesamt etwa 25 000 cbm Erdaushub und rund 1000 qm Böschungsschutz aus Beton nötig. Nach Unterführung der Landstraße Eberbach-Amorbach mündet der UW-Kanal wieder in das Itterbett ein, das hier aber nur noch als Oberwasserkanal für ein zweites kleines Werk dient, während der Itterbach selbst im Zusammenhang mit andern Arbeiten der Erschließung von hochwasserfreiem Industriegelände — auf etwa 1000 m Länge seines Laufes verlegt wurde. Das untere Itterwerk, welches vor Erstellung des oberen Werkes zur Fabrikanlage des Herrn Gütschow gehörte und u. a. auch die Stadt Eberbach mit Strom versorgte, wurde ebenfalls vom Kreis Mosbach erworben und auf die gleiche Wassermenge wie das obere Werk ausgebaut. Gleichzeitig mit der Vermehrung der Wassermenge für dieses Werk von 1.7 auf 4.4 cbm/sek. wurde das Nutzgefälle von 3.70 auf 4.10 m erhöht. Es wurde hier eine regulierbare Francis-Zweifachturbine mit liegender Welle geliefert von der Fa. Voith, mit einer Leistung von rund 200 PS aufgestellt, deren Drehzahl von

Abb. 10. Itterwerk, Kraft- und Schalthaus mit Druckrohr, Wasserschloß und UW-Kanal; links Wärterwohnhaus.

Digitized by Google

150/Min. durch ein hochwertiges Thyssensches Zahnradgetriebe auf die Drehzahl des ebenfalls neu beschafften Generators, nämlich 750/Min. gebracht wurde. Der erzeugte Strom in 5000 Volt Spannung wird, nach Durchlaufen der erforderlichen Meßeinrichtungen, direkt auf die Sammelschiene des etwa 1.2 km entfernten oberen Itterwerkes geleitet. Insgesamt wurde beim unteren Itterwerk durch Vergrößerung des Ausbaues die Krafterzeugung von 324 000 KWSt/Jahr auf 550 000 KWSt/Jahr vermehrt, wobei gleichzeitig die Kraft veredelt wurde. (W. 299.)

Zuschriften.

Die Talsperren in Deutschland.

(Zum Aufsatz: Hydraulische Arbeits-Speicherung in Heft 17 dieses Jahrganges.)

Im Anschluß an die Bemerkung in Fußnote 5 zum Aufsatz des Herrn Baurat Dr.-Ing. h. c. Bachmann in „Wasser und Gas", worin von Unstimmigkeiten jener Arbeit gesprochen wurde, schreibt Herr Baurat Dr.-Ing. h. c. Bachmann:

„Ich habe durchweg bei den Talsperren die Gesamtleistung der Anlage in kWh angegeben. Man kann auch die Bedeutung einer Talsperrenanlage ohne das Zusatzgefälle nicht richtig einschätzen. Insofern mußte ich auch bei dem Walchenseewerk die Gesamtleistung in kWh angeben. Die Zahlen, die dies Werk betreffen, sind aus dem Werk „Wasserkraftnutzung in Bayern" entnommen und dürften daher richtig sein. Ich nehme an, daß Sie den Text zu meinen Tabellen nicht vollständig gelesen haben. Ich habe darin ausdrücklich gesagt, daß ich die Definition des Begriffes Talsperren aus dem preußischen Wassergesetz entnommen habe, das wie folgt lautet: „Stauanlagen, deren Höhe des Stauwerkes von der Sohle des Wasserlaufes bis zur Krone mehr als 5 m beträgt und deren Sammelbecken, bis zur Krone des Stauwerkes gefüllt, mehr als 100 000 cbm umfaßt, gelten als Talsperren." Es trifft dies auch für das Innwerk zu, das nach preußischen Begriffen somit als Talsperre gilt. Da der Stau schon über Mittelwasser 4,45 m beträgt muß das Stauwerk an sich mindestens 5 m hoch sein. Daß der gestaute Inhalt mehr wie 100 000 cbm beträgt, dürfte ohne Zweifel sein. Ich stimme selbstverständlich mit Ihnen darin überein, daß diese Definition des preußischen Wassergesetzes zu weit nach unten geht und habe deswegen auch die vier Isar-Kraftwerke zusammengefaßt, um an diesen bedeutendsten Anlagen Deutschlands nicht vorüberzugehen. Ich habe auch in dem Text meiner Arbeit gesagt, daß noch eine große Anzahl ähnlicher Stauanlagen in Bayern nach dieser Definition unter den Begriff von Talsperren fallen würde, deren vollständige Aufführung aber über den Rahmen meines Aufsatzes zu weit hinausgehen würde, wobei mich ebenfalls die Auffassung leitete, daß nach allgemeinen Begriffen vielleicht der Ausdruck „Talsperren" für diese Kraftwerke nicht angebracht sei."

Ich stelle gerne fest, daß in meiner Bemerkung keineswegs Herrn Baurat Dr. Bachmann der Vorwurf unrichtiger Angaben gemacht wird, denn aus dem zur Tabelle der Talsperren für Kraftwerke in „Wasser und Gas" gehörigen Text ist ohne weiteres festzustellen und war auch mir nicht unbekannt, daß sich der Zusammenstellung die Definition des preußischen Wassergesetzes zugrundelegte. Meine Kritik richtet sich also ausschließlich gegen diese unzweckmäßige Definition, welche zum Beispiel ein so ausgesprochenes Flußkraftwerk wie das Inn-Werk mit einem nicht einmal außergewöhnlich hohen Wehr im Fluß und ohne jeden nennenswerten Arbeitsinhalt des Stauraumes als Talsperrenanlage bezeichnet, während man nach den üblichen Begriffsbestimmungen unter Talsperrenanlagen doch stets Anlagen zur Aufspeicherung größerer Wassermengen bzw. Arbeitsmengen versteht. Im Rahmen meiner Ausführungen, die sich mit der Arbeitsspeicherung befaßten, durfte diese Ausstellung, die sich nicht gegen den Verfasser, sondern gegen die ihm durch die gewählten Grundlagen aufgezwungene Definition richtete, also wohl gerechtfertigt erscheinen. — Aehnlich verhält es sich zum Beispiel mit den Angaben über die Mittlere Isar, welche ebenfalls nach dem preußischen Wassergesetz zutreffend, nach dem Begriff des Technikers jedoch unzutreffend unter Talsperrenanlagen fallen. Hier wie dort handelt es sich um ein reines Flußkraftwerk, bei welchem das Gefälle erst durch lange Kanäle erzielt wird und bei welchem ein einigermaßen nennenswerter Arbeitsinhalt hinter dem Stauwerk nicht vorhanden ist.

Bezüglich der Jahresarbeit von Stauanlagen muß wohl zwischen der gesamten Jahresarbeit der Anlage aus natürlichem gespeichertem Zufluß, zwischen der Jahresarbeit des natürlichen unregulierten Zuflusses und zwischen dem Jahresarbeitsinhalt des Speichers unterschieden werden, und als Maßstab energiewirtschaftlicher Bedeutung kann nur der letztere Arbeitsinhalt des Speichers dienen. Darauf bezog sich der weitere Teil meiner Bemerkung.

Ich fasse also nochmals zusammen, daß lediglich die — wie ja auch Herr Baurat Dr. Bachmann selbst sagt — unzweckmäßige Begriffsbestimmung des preußischen Wassergesetzes zur Kritik Anlaß gab; für die meines Wissens erstmalige zusammenfassende Darstellung der Talsperrenwirtschaft und damit auch der Speicherwirtschaft Deutschlands muß man dem Verfasser Dank wissen.

München, den 16. Sept. 1927. Ing. C. Reindl.

Hierzu äußert sich Herr Baurat Dr.-Ing. h. c. Bachmann nochmals nachstehend:

„Von der zuständigen staatlichen Stelle wurde mir auf Anfrage mitgeteilt, daß in Bayern nur eine, und zwar die Talsperre am Schwarzen Regen als solche geführt werde. Wenn auch die Bedeutung der Talsperren für Trinkwasserzwecke, für den Ausgleich des Abflusses, für Schiffahrts- und für Hochwasserschutzzwecke, also für die Talsperren überwiegend nur in ihrem Stauraum liegt, so gilt das bei der Talsperre für den Antrieb von Kraftwerken nicht. Für diesen Zweck spielt auch das Gefälle der Talsperre selbst und das Zusatzgefälle eine meist viel wesentlichere Rolle. Wenn die Ausnutzung des Speicherraumes mit dem Verlust eines großen Teiles des Gefälles verbunden ist, wie das zumeist bei den Talsperren ohne oder mit geringem Zusatzgefälle der Fall sein wird und wenn mit Zeiten langen Niedrigwassers des betreffenden Wasserlaufes gerechnet werden muß, so kann dieser Gefällverlust den Gewinn aus der Absenkung des Speicherraumes mehr wie aufheben. Es wird daher bei den Talsperren ohne größeres Zusatzgefälle erst aus den Erfahrungen im Betrieb sich ergeben, inwieweit man vorteilhafter den verfügbaren Speicherraum wirklich ausnützt oder das größere Gefälle auch zu Zeiten der Niedrigwasserführung eventuell unter Verzicht auf Zurückhaltung eines Teiles späteren größeren Zuflusses hält.

Mir erscheint daher für die Beurteilung der Bedeutung einer Talsperre als Kraftquelle die Berücksichtigung auch der mit dem Zusatzgefälle erzielten Leistung unerläßlich, so daß ich mich in diesem Punkte der Ansicht des Herrn Ingenieur C. Reindl nicht anzuschließen vermag.

Zurzeit Bad Kissingen, 18. Sept. 1927.

(W. 248.) Dr.-Ing. h. c. Bachmann."

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Energieaustausch zwischen Oesterreich und Deutschland.

Die Nachfrage nach österreichischen Wasserkräften aus Deutschland wird immer reger, zumal die österreichischen Wasserkräfte gerade im Sommer und Herbst lieferfähig sind. Der Ende 1926 mit dem Bayernwerk abgeschlossene Vertrag zwischen der Tiroler Wasserkraftwerke A.G. und dem Bayernwerk wegen Stromlieferung aus dem Achenseewerk[1]) konnte inzwischen durch den Umbau des Silwerkes der Städtischen Elektrizitätswerke Innsbruck[2]) um 8 Mio. kWh aus dem Silwerk erweitert werden, so daß der Bezug von dort mit 48 Mio. kWh beginnen wird und über 80 Mio. kWh steigt. Im Achenseewerk hat inzwischen die probeweise Füllung der Zuflußeinrichtungen begonnen.

Die übrigen Werke in Salzburg, Tirol und Vorarlberg liefern bisher jährlich etwa 40 Mio. kWh nach Deutschland und zwar hauptsächlich aus den Werken der Stadt Salzburg für elektrochemische Zwecke an die Alzwerke bei Burghausen; etwa 5 Mio. kWh werden aus Vorarlberg ins Allgäu übergeführt, die Oberösterreichische Wasserkraft- und Elektrizitäs A.G. hat neuerdings ebenfalls die Versorgung einiger Grenzbezirke links des Inn übernommen. Desgleichen liefert das Planseewerk nach Bayern in die Umgebung von Füssen und Nesselwang. Die Einfuhr aus Vorarlberg wird sich durch den Ausbau der Vorarlberger Wasserkräfte, worüber an dieser Stelle noch berichtet werden wird, um etwa 200 Mio. kWh jährlich erhöhen. Daneben schwebt das Großkraftprojekt des RWE. am oberen Inn, worüber wir auf Seite 254 d. J. berichteten. (W. 243.)

Statistik der österreichischen Elektrizitätswirtschaft.

Nach der von dem elektrotechnischen Verein in Wien neu herausgegebenen Statistik bestehen in Oesterreich 371 Stromerzeugungs- und Stromlieferungsunternehmungen mit 457 Elektrizitätswerken und 33 elektrischen Bahnen (ohne Berg- und Seilbahnen). Die Elektrizitätswerke verteilen sich nach ihrer Stromart auf 98 Gleichstromwerke, 5 Wechselstromwerke, 322 Drehstromanlagen und die übrigen auf die Anlagen gemischten Systems. Die Gesamtkapazität aller Werke beziffert sich auf 772 772 kW. Die Werkgröße ist, nach Leistungen, bis zu 100 kW mit 194 Werken, bis zu 300 kW mit 118 Werken, bis zu 500 kW mit 36 Werken bis zu 1000 kW mit 29 Werken, bis zu 5000 kW mit 46 Werken, bis zu 10 000 kW mit 16 Werken abgestuft. (W. 213.) Kr.

Die bayerischen Wasserkraftanlagen Anfang 1927*).

Das Bayerische Statistische Landesamt weist nach, daß Anfang 1927 in Bayern vorhanden waren:

ausgebaut	11 928	Wasserkraftanlagen mit PS	848 705
im Bau befindlich	13	Wasserkraftanlagen mit PS	91 005
insgesamt	11 941	Wasserkraftanlagen mit PS	939 710

Demnach sind die bayerischen Wasserkräfte zu 25,7% dem möglichen Gesamtausbauleistung und zu 27,5% der möglichen Gesamtausbauleistung und zu 27,5% der erzielbaren mittleren Leistung ausgenützt. Zum Vergleich: Die innerbayerische Gewinnung an Steinkohle und Braunkohle betrug im Jahre 1925: 2,2 Mio. Tonnen und die Einfuhr 9,6 Mio. Tonnen.

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 24, S. 293.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, Heft 5, S. 50. — Die alten Zweiphasenmaschinen von je 2500 PS Leistung werden nach und nach durch Drehstrommaschinensätze von je 7500 PS ersetzt.

*) Vergleiche die Besprechung auf Seite 269 dieses Heftes.

Dem Verbrauchszweck nach dienen von den nachgewiesenen Wasserkraftanlagen:

Für allgemeine Elektrizitätsversorgung	404 613 PS	= 43,1%
Bahnstromversorgung	128 046 „	= 13,6%
Eelektrochemie und Metallurgie	185 310 „	= 19,7%
Mühlen, Sägen usw.	104 845 „	= 11,1%
Papier- und Holzstoffindustrie	38 316 „	= 4,1%
Textilindustrie	37 427 „	= 4,0%
Sonstige Zwecke, Landwirtschaft u. dgl.	41 153 „	= 4,4%

Insgesamt wurden in elektrische Arbeit umgesetzt 2 244,68 Mio. kWh, das sind rund 8½% der Elektrizitätserzeugung des Deutschen Reiches; 88,2% aller bayerischen Wasserkraftanlagen arbeiteten auf dem Wege über Elektrizität.

Im Rahmen der deutschen Wasserwirtschaft, in welcher 14% der gesamten Arbeitsgewinnung aus Wasserkraft erfolgten, entfallen auf die bayerischen Wasserkräfte 55,5%. Von den 34 deutschen Großwasserkraftwerken über 5000 kW Ausbauleistung liegen der Zahl nach 40%, der Leistung nach 65% in Bayern; auf das übrige Süddeutschland entfallen weitere 22% der Leistung, der Rest mit 13% auf Norddeutschland.

Auf die Bahnstromversorgung in Bayern, welche ausschließlich auf Wasserkraft ruht, treffen 128 046 PS Ausbauleistung in acht Werken.

Die elektrochemische Großindustrie in Bayern erzeugt und verbraucht mit ihren 19,7% der Ausbauleistung schätzungsweise 36% der gesamten bayerischen Wasserkraft-Jahresarbeit.

Die Statistik der bayerischen Wasserkräfte weist auch die Besitzverhältnisse auf Grund der handelsrechtlich vorliegenden Unternehmungsformen nach; versucht man diese formellen Besitztitel nach den wirklichen Beteiligungen aufzulösen, und nimmt als Maßstab für die Höhe der Beteiligungen die verhältnisgleichen Anteile an den Ausbauleistungen, so ergibt sich etwa folgendes Bild (soweit es sich zum Teil natürlich schätzen läßt):

Tatsächliche Beteiligung:	Anteil in Prozent der Ausbauleistung	
	nach wirkl. Besitz	nach d. handelsrechtl. Form
Bayerischer Staat	30,18 %	0,18 %
Aktiengesellschaft Gesellschaften m. b. H., Offene Handelsgesellschaften	20,42 %	72,46 %
Private Einzelbesitzer . . .	19,33 %	19,33 %
Deutsches Reich	18 45 %	—
Gemeinden	6,90 %	6,59 %
Reichsbahn A. G.	4,18 %	0,90 %
Genossenschaften, Verbände, Stiftungen usw.	0,54 %	0,54 %

Aus der Verteilung der wirklichen Besitzanteile ist ersichtlich, daß Staat und Reich zusammen zu etwa 50% an der bayerischen Wasserkraftwirtschaft beteiligt sind, daß Reich und Reichsbahn A.G. zusammen aber noch nicht ein Viertel der bayerischen Wasserkraftwirtschaft kontrollieren. Mehr als drei Viertel der bayerischen Wasserkraftwirtschaft ist bayerisches Interesse.

Betrachten wir noch die Interessen an den hauptsächlichsten Wasserkraftverbrauchergruppen entsprechend den Beteiligungen, so ergibt sich ungefähr:

Digitized by Google

Verbrauchergruppe	Staat Bayern	Gesellschaften, Einzelbesitzer u. dgl.	Deutsches Reich	Deutsche Reichsbahn A. G.
Allgemeine Elektrizitätsversorgung .	41,3 %	48,95 %	9,75 %	—
Bahnstromversorgung	76 %	—	—	24 %
Elektrochemische Großindustrie . .	4,9 %	22,8 %	72,3 %	—

Für den gesamten nutzbaren Inhalt aller bayerischen Wasserkraft-Speicheranlagen werden 120,04 Mill. m³ nachgewiesen. (W. 236.) Rdl.

Reichs-Elektrizitätsversorgung.

Um einen Gesamtüberblick über die künftige Elektrizitätsversorgung Deutschlands, über den Bedarf und über die Heranziehung der verschiedenen Energiequellen zu erhalten, sind vom Reichswirtschaftsministerium Umfragen bei maßgebenden Persönlichkeiten und Unternehmungen vorgenommen worden. Die eingegangenen Aeußerungen sollen zu einem Generalplan verwendet werden. Der Reichswirtschaftsminister hat Exzellenz Oskar von Miller in München und Geh. Baurat Felix Block in Berlin gebeten, als General-Sachverständige die eingegangenen Aeußerungen zu überprüfen und den Gesamtüberblick als Grundlage für die weitere programmatische Tätigkeit zu schaffen.

Ganzautomatische Wasserkraftanlage im Sherman-Damm.

Der Deerfield Fluß in Monroe wird durch einen Erddamm von 30 m Höhe und 165 m Länge an der Basis gestaut. Die Kronen-Breite des Dammes beträgt 7,5 m bei 220 m Kronen-Länge. Eine 70 m lange Rohrleitung von rund 4 m Durchmesser führt das Wasser zu einer 10 000 PS Francis-Turbine vertikaler Bauart unter 25 m Gefälle, unmittelbar gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 9000 kVa, 60 Perioden, Abb. 1. Der im Freien aufgestellte Transformator auf 110 kV speist unmittelbar die 4,5 km entfernt gelegene Kraftanlage Davis Bridge. Dort wird auch die Belastung der Maschinensatzes gemessen, und von dort aus erfolgt selbsttätig das Anlassen und Abstellen. Zum Anlassen wird die Leitung in Davis Bridge unter Spannung gesetzt, worauf ein Spannungsrelais im beschriebenen Werk über einen Kontroller die Turbine anläßt. Nach Anlaufen der Turbine wird bei Erreichung der Normaldrehzahl der Generator unerregt angeschaltet und sodann erregt und belastet. Im Kraftwerk, dessen Schaltanlage die Abb. 3 zeigt, kann das Anlassen und Abstellen ebenfalls selbsttätig durch einen Druckknopf erfolgen. Vom Hauptkraftwerk zu diesem selbsttätigen Kraftwerk ist außerdem noch eine 2300 Volt-Leitung zur unabhängigen Speisung der Hilfsbetriebe vorhanden. Außerdem sind die üblichen Sicherheitseinrichtungen vorgesehen: Oeldruckrelais, Sicherheitseinrichtung gegen Flattern des Oelschalters, Sicherheitsrelais gegen Ausbleiben des Erregerstromes, Flachkraftschalter gegen Durchgehen, Differentialschutz für den Generator, Temperaturrelais u. dgl. Eine Akkumulatorenbatterie mit einem ständig laufenden kleinen Motorgenerator, welcher von der 2300 Volt-Hilfsleitung gespeist wird, versorgt die Hilfsstromkreise.

Es dürfte sich hiebei um die zweitgrößte Einheit handeln, welche selbsttätig betrieben wird. (W. 230.)

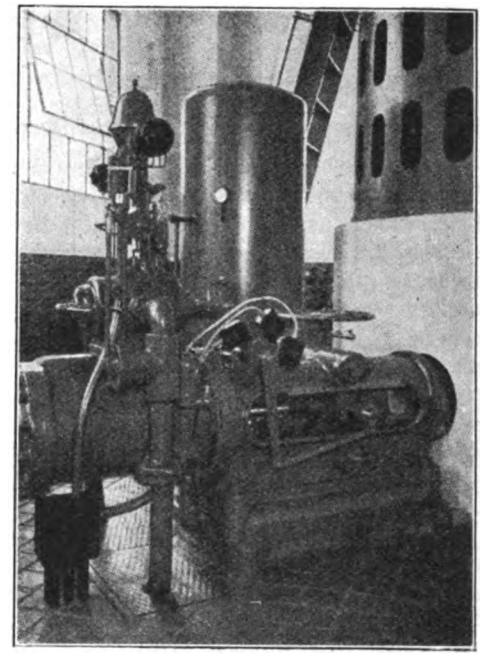


Abb. 2. Regler mit selbsttätiger Steuerung.

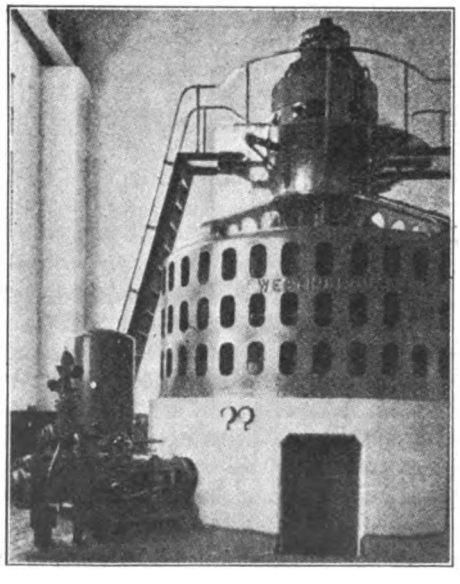


Abb. 1. Maschinensatz des ganz-selbsttätigen Sherman-Damm-Kraftwerkes.

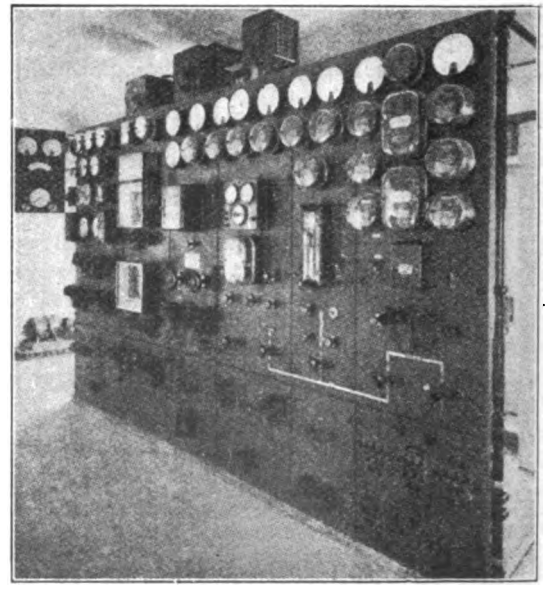


Abb. 3. Schalttafel für die selbsttätige Anlage.

Digitized by Google

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite 272.

Buchbesprechungen

Die Bayerischen Wasserkraftanlagen zu Beginn des Jahres 1927. Heft 107 der „Beiträge zur Statistik Bayern". Herausgegeben vom Bayerischen Statistischen Landesamt. 70 Seiten mit 1 Karte der bayerischen Wasserkraftanlagen über 500 PS Ausbauleistung. 21×29 cm. München 1927, J. Lindauersche Universitätsbuchhandlung.

Unter maßgebender Benützung der im Vorjahre erschienenen, in dieser Zeitschrift 1926, Heft 19, Seite 233 besprochenen Schrift „Wasserkraftausnützung in Bayern" der Obersten Baubehörde und auf Grund eingehender Erhebungen des Statistischen Landesamtes, hat Regierungsrat Lang eine ebenso übersichtliche wie eingehende Darstellung der bayerischen Wasserkraftausnützung zu Anfang des Jahres 1927 gegeben. Die Statistik gliedert sich in außerordentlich eingehende Bearbeitungen, geordnet nach den Flußgebieten, ferner sehr beachtlich nach Verwendungsarten, stellt auch erstmals die Wasserspeicheranlagen zusammen, würdigt die Besitzverhältnisse und schließt mit einem Tabellenwerk über die bayerischen Wasserkraftanlagen, geordnet nach Stromgebieten einerseits, nach Verwendungsarten anderseits. Ferner werden die Wasserkraftanlagen nochmals nach der Art der Antriebsmaschinen, nach der Zweckbestimmung und nach den Besitzverhältnissen nachgewiesen.

Es muß rückhaltlos anerkannt werden, daß die vorliegende Statistik den auch vom Verfasser schon mehrfach hervorgehobenen Gesichtspunkten für eine technische und energiewirtschaftliche, Benutzungsmöglichkeit in weitgehendem Maße gerecht wird. Wenn in späteren Statistiken nach dieser Richtung hin noch Verbesserungen angebracht werden können, so darf wohl mit Rücksicht auf die energiewirtschaftliche Durchsichtigkeit die Anregung ausgesprochen werden, die Elektrizitätsversorgung und Bahnstromversorgung getrennt zu halten und die erste Gruppe lediglich nach der Verwendung der Wasserkraft über Elektrizität zur Allgemeinversorgung zu betrachten, ferner an Stelle der Ordnung nach Jahresbetriebsstunden wenn möglich eine Ausscheidung nach geleisteter und nach theoretisch möglicher Jahresarbeit zu treffen, denn vom Standpunkt der Energiewirtschaft aus und aus dem Vergleich zu anderen Energiequellen kann nur die Arbeit, nicht aber die Leistung oder die Betriebsstundenzahl herangezogen werden. An Stelle der Betriebsstundenzahl müßte die Benutzungsdauer der installierten Leistung in den einzelnen Verbrauchsgruppen als Maßstab dienen. Im Uebrigen darf bezüglich des Inhaltes dieser wertvollen Arbeit in der Reihe der Veröffentlichungen über die bayerischen Wasserkräfte auf den Rundschaubericht in diesem Hefte Seite 267 hingewiesen werden. (W. 237.) Ing. C. Reindl.

Der energiewirtschaftliche Zusammenschluß Südostdeutschlands und Oesterreichs. Denkschrift des Fachausschusses für Energiewirtschaft der deutsch-österreichischen Arbeitsgemeinschaft, München 1926, deutsch-österreichische Arbeitsgemeinschaft, Residenz (Kaiserhof).

Es ist ein dankenswertes Unternehmen der deutsch-österreichischen Arbeitsgemeinschaft, die Erkenntnis von der Notwendigkeit einer zwischenstaatlichen gegenseitigen Ergänzung der Energievorräte in weitere Kreise zu bringen. Die vorliegende kleine Schrift von 20 Seiten, von dem unter dem Vorsitz des Staatsministers a. D. Schweyer arbeitenden Fachausschuß in übersichtlicher Erläuterung der Grundlagen abgefaßt, weist nach Erörterung der energiewirtschaftlichen Verhältnisse hinsichtlich Vorrat und Verbrauch sowohl für Südostdeutschland wie für Deutsch-Oesterreich die schon mehrfach in dieser Zeitschrift zur Sprache gebrachte Notwendigkeit des Zusammenarbeitens nach.[1]) Bei den auf Seite 11 und 12 angeführten Vergleichszahlen für den Verbrauch an elektrischer Arbeit je Einwohner ist allerdings zu bemerken, daß Bayern mit 140 kWh nur für die Allgemeinversorgung gerechnet ist, wogegen bei der Schweiz mit 700 (genau 720) kWh der Arbeitsverbrauch einschließlich der großen chemischen und sonstigen industriellen Selbsterzeuger gerechnet ist. Einschließlich solcher Eigenverbraucher stellt sich die Ziffer in Bayern auf etwa 335 kWh, oder die Ziffer für Allgemeinversorgung Bayerns mit 140 kWh müßte mit der entsprechenden Verbrauchsziffer der Schweiz für reine Allgemeinversorgung mit 430 kWh verglichen werden; in den Vereinigten Staaten beträgt die entsprechende Vergleichsziffer für Allgemeinversorgung 600 kWh, in den angegebenen 772 kWh steckt auch schon der Verbrauch der industriellen Selbsterzeugung. — Auf den Uebersichtskärtchen ist die Verbindung zwischen Achenseewerk und Walchenseewerk (welche im Text noch als erst bevorstehend angeführt ist), nicht richtig eingezeichnet. Die Verbindungsleitung läuft bekanntlich vom Achenseewerk über Innsbruck und über Scharnitz zum Walchenseewerk.

Es wird zu begrüßen sein, wenn die Arbeitsgemeinschaft auf Einzelheiten in weiteren Bearbeitungen noch eingehen wird. (W. 106.) Ing. C. Reindl.

Statistik der deutschen Großwasserkraftanlagen. Mit Unterstützung der deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen und des deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V. bearbeitet von Professor Dr.-Ing., Dr.-techn. e. h. Adolf Ludin, Charlottenburg. Sonderabdruck aus „Jahrbuch der deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1926", 15 Seiten. Berlin 1926. V.D.I.-Verlag.

Der Verfasser macht es sich zur Aufgabe eine alle grundlegenden technischen Angaben enthaltende tabellarische Aufstellung der deutschen Wasserkraftwerke über 5000 kW Ausbauleistung zusammenzustellen. Von 33 Werken sind in der dankenswerten Statistik diese Daten zusammengetragen und durch eine Uebersichtskarte sowie ein Graphikon der Leistungen, nach Größen geordnet, vervollständigt. In der Aufzählung nicht enthalten ist das Saalach-Kraftwerk bei Reichenhall mit 7500 PS mittlere Leistung (5 × 2400 — 3000 PS). Bei den Einphasenmaschinen des Walchenseewerkes ist mit 10 600 kVA die nicht der Turbinenvolleistung entsprechende Dauerleistung angegeben; der Turbinenleistung entspräche eine Leistung von 16 000 kVA. Diese geringen Ausstellungen mögen mit der Schwierigkeit, auch die Einzelheiten des Materials zusammenzutragen, begründet sein. Zu der mühevollen Arbeit sei eine Anregung gestattet: die Uebereinanderlegung einer Karte der Wasserkraftwerke mit einer solchen der Dampfkraftwerke. (W. 862.) Ing. C. Reindl.

Vereine — Versammlungen.

Der **Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt** hält am 6. und 7. Oktober zu Duisburg seine 58. ordentliche Hauptversammlung ab. Die Tagesordnung sieht für den 7. Oktober

[1]) Siehe u. a. diese Zeitschrift, 1926, Heft 14, S. 168, wo der Besprecher schon auf die Notwendigkeit des Zusammenschlusses von Hof nach Norden und vom Kachletwerk nach Osten hin gegen Partenstein zu hingewiesen hat.

Digitized by Google

vormittags 9.30 Uhr den geschäftlichen Teil für die Mitglieder vor, und vormittags 10 Uhr folgende Vorträge:

Binnenschiffahrt und Wasserstraßen im Rahmen der deutschen Verkehrs- und Wirtschaftspolitik, vom Hauptgeschäftsführer des Vereins Syndikus Schreiber;

Amerikanische Wasserstraßenprobleme, von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. h. c. de Thierry;

Friedrich Harkort, der Begründer des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt, vom Direktor der Akademischen Kurse Essen, Dr. Däbritz.

Nachmittags findet eine Besichtigung der niederrheinischen Schiffahrts-Ausstellung und eine Hafenrundfahrt statt, später Teilnahme an der Betriebseröffnung der Raffelbergschleuse und Besichtigung der Bauwerke. Ein gemeinsames Abendessen in der Stadthalle zu Mülheim beschließt die Tagung. (W. 245.)

Die **Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie** wird am 14. und 15. Oktober d. J. ihre Mitgliederversammlung in den Räumen der Technischen Hochschule zu Charlottenburg abhalten. Geplant sind eine Reihe von Vorträgen über neue Arbeiten (Architekturaufnahmen der Meßbildanstalt, Wellenvermessung nach den Erfahrungen der Expedition des Vermessungsschiffes Meteor, Luftbild und Luftbildmessung) sowie Besichtigungen (Auswertegeräte für Luftbildmeßaufnahmen der Aerotopograph G. m. b. H. und der Aerogeodetic). In einer Ausstellung werden neue Geräte und Arbeitsergebnisse besonders aus dem Gebiete des Luftbildwesens gezeigt. Ein öffentlicher (kostenloser) Uebersichtsvortrag über die Entwicklung der Luftbildverwendung in den letzten Jahren vor Gästen, ist vorgesehen.

Nähere Anfragen sind an Herrn Regierungsrat Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruherstraße 1, zu richten. Teilnehmerkarte (3 M. für alle Veranstaltungen) können bezogen werden von Herrn Unte, Berlin NW 21, Emdenerstraße 50 (Postscheckamt Berlin, Nr. 28456), Gesellschaft für Photogrammetrie oder sind bei der Tagung an den Saaleingängen erhältlich.

Deutsche Patentschau.

Zusammengestellt von Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Wolff, Berlin SW 68, Alexandrinenstraße 1.

Letzter Tag des Einspruches: 4. Oktober 1927.

88 a, 6. A. 45679. Akt.-Ges. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag. Steuerung des Servomotors für die Reguliernadel einer Hochdruckturbine. 8. 8. 25. Tschechoslovakische Rep. 27. 8. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 1. November 1927.

59 b, 2. N. 26904. Dipl.-Ing. Fritz Neumann, Nürnberg, Schleiermacherstr. 8. Selbstansaugende Kreiselpumpe. 3. 2. 27.

59 e, 6. L. 65663. Paul Leistritz, Markgrafenstr. 29, und Dipl.-Ing. Franz Burghauser, Bulmannstraße 36, Nürnberg. Schraubenpumpe mit zwei oder mehr Schraubenspindeln und Schubausgleich durch den Druck der geförderten Flüssigkeit. 23. 4. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 22. November 1927.

59 b, 2. W. 74050. Firma Weise Söhne, Robert Lindemann und Karl Plischke, Halle a. d. S., Turmstr. 94—96. Laufrad für Kreiselpumpen, insbesondere zur Förderung von Flüssigkeiten mit groben und faserigen Beimengungen. 28. 10. 26.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unserer Zeitschrift liegen Prospekte der Buderus'schen Eisenwerke, Wetzlar, sowie Verlag R. Oldenbourg, München bei, auf die wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Zugang an Mitgliedern

(vgl. Heft 14, S. 200)

100. Friedrich Lohmann, Herbede a. d. Ruhr.
101. Bayerischer Industriellen-Verband, e. V., München NW 2, Arcisstr. 14.
102. Internationale Baumaschinenfabrik A.-G., Neustadt a. H.
103. Städtische Werke Remscheid.
104. Ingenieur Kurt Biehl, Karlsruhe-Beiertheim, Gebhardstraße 66.
105. Preußische Kraftwerke „Oberwasser" A.-G., Kassel, Kölnischestr. 136.
106. Energieversorgung Groß-Dresden A.-G., Bauleitung I, Oberwartha 30b, Post Cossebaude.
107. Otto Janssen, Goch (Rhld.), Mühlengasse 6.
108. Westfälische Metallwerke Goercke & Cie., Kommanditgesellschaft, Annen i. W.
109. Kulmbacher Spinnerei, Kulmbach (Bayern).
110. Elektrizitätswerk Greene, Inh.: Christian Strele, Greene bei Kreiensen.
111. Mühlenbesitzer C. Köppen, Buchholz (Müritz).
112. Magistrat Münster in Westfalen.
113. J. A. Maffei A.-G., München 23.
114. Industrie-Wasser-Verband e. V., Düren, Kölnstraße 65.
115. Westharzsperren-Verwaltung, Hannover, Lange Laube 18.
116. Mechanische Schreinerei und Holzwaren-Fabrik Robert Thoma, Bernau, Bad. Schwarzwald.
117. Gemeindeverband Oberrhein, e. V., Sitz Konstanz, Geschäftsstelle Waldshut, Waldshut.
118. Verband Bayer. Elektrizitätswerke, Nürnberg. (W. 244)

Mitteilung 21

ist soeben erschienen: **Die Rechtsnatur der Wassernutzung im Anschluß an den Erlaß des Reichsfinanzministers III v. 220 vom 15. 1. 1927.** Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes, Nr. 21, Din-Format, 37 S., Preis M. 2.—, zu beziehen durch die Geschäftsstelle des DWWV, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstr. 50.

(Vgl. die Besprechung der Schrift in Heft 17, S. 256 dieser Zeitschrift.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. - Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif

HEFT 20 — 15. OKTOBER — 1927

Aus dem Inhalt: Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz. / Die Ableitung von Quellen nach bayerischem Recht. / Rundschau: Wasserkraftkonzessionen in Bayern. / Neue Talsperren in Sachsen. / Die Wasserkraftnutzung in Vorarlberg. / Großzügige belgische Baupläne. / Wasserkraftwerk Schreckenstein an der Elbe. / Das spanisch-portugiesische Abkommen. / Weltkraftkonferenz 1930. / Scobey's Untersuchungen des Durchflusses durch eine Betonleitung. / Bekämpfung starker Kolkerscheinungen. / Buchbesprechungen. / Zeitschriftenschau. / Vereine, Versammlungen. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz.

Vortrag, gehalten anläßlich der ordentl. Hauptversammlung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes am 25. April 1927 von Professor Heinrich Heiser, Dresden.

1. Einleitung.

In seiner Sitzung vom 25. März d. J. hat der Preußische Staatsrat auf den Antrag des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten den Beschluß gefaßt, unter bestimmten Bedingungen gemeinsam mit der Provinz Hannover den Bau von Talsperren und Hochwasserschutzpolderanlagen im Südwestharz in die Wege zu leiten.

Die im Anschluß an diese Sitzung bekannt gegebene Nachricht durch den Amtl. Preuß. Pressedienst besagt:

„Die Preußische Staatsregierung bringt der Regelung der Wasserwirtschaft im Harz durch Talsperranlagen zum Zwecke des Hochwasserschutzes und der Aufhöhung des Niedrigwassers in den Flußtälern des Harzvorlandes, zur Verwertung der an den Talsperren gewinnbaren elektrischen Energie und zur Trinkwasserversorgung das größte Interesse entgegen."

„In Erkenntnis der schweren Schäden, die in den letzten Jahren durch mehrfache Hochwasserkatastrophen im Flußgebiet der Leine entstanden sind, und der großen Mißstände, die durch die unzulängliche Trinkwasserversorgung der Ortschaften im Leinetale bis Hannover hin auftraten, hat die Staatsregierung die Verwirklichung der schon lange schwebenden Pläne für den Ausbau der Südwestharztalsperren im Einvernehmen mit der Provinzialverwaltung von Hannover nach den von ihr bearbeiteten Plänen in letzter Zeit nachdrücklichst betrieben. Die Arbeiten sollen zunächst auf den Bau der Söse-Talsperre, der Odertalsperre und eines Rhumepolders bei Northeim beschränkt werden. Die erste Anlage dient in der Hauptsache der Trinkwasserversorgung, die beiden letzten Staubecken haben im wesentlichen Aufgaben des Hochwasserschutzes zu übernehmen."

„Die Kosten dieses ersten Ausbauabschnittes stellen sich auf 39,1 Mill. Mark, von denen etwa 25,3 Mill. Mark durch den Verkauf von Trinkwasser, Absatz elektrischer Energie und durch Mittel der produktiven Erwerbslosenfürsorge finanziert werden können. Der hiernach verbleibende ungedeckte Rest von 13,8 Mill. Mark wird aus Rücksichten des Hochwasserschutzes und der Förderung der allgemeinen Landeskultur vom Staat und der Provinz Hannover in der Form getragen, daß der Staat eine verlorene Beihilfe von zwei Drittel = 9.2 Millionen Mark, die Provinz eine verlorene Beihilfe von ein Drittel = 4,6 Mill. Mark übernimmt. Zur Entlastung des Provinzialverbandes gewährt der Staat ausnahmsweise der Provinz ein Darlehen in Höhe von 4.6 Mill. Mark, das vom 1. Januar 1933 ab mit 4% zu verzinsen und mit 1,5% zu tilgen ist."

„Während des Baues dieser Talsperren sollen weitere Pläne namentlich zur Ausdehnung der Trinkwasserversorgungsanlagen durch ein Staubecken im oberen Siebertale und für Hochwasserschutz durch Talsperrenanlagen im Flußgebiet der Sieber und der Innerste bearbeitet werden."

Digitized by Google

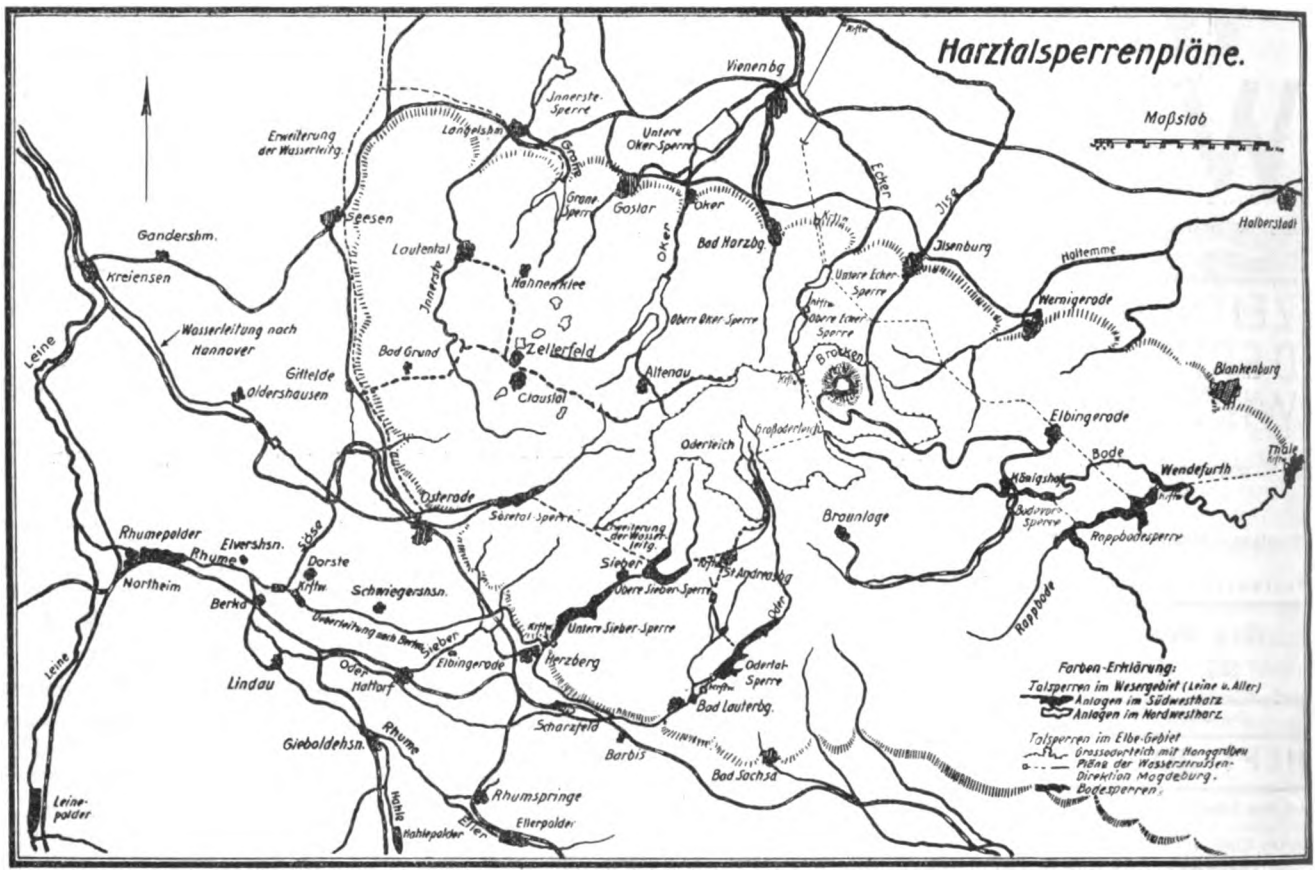


Abb. 1. Talsperrenpläne im Harz.

„Für den Ausbau des Oderteiches und die Ausnutzung der dort aufzuspeichernden Wassermengen liegen verschiedene Entwürfe vor, die noch einer näheren vergleichenden Bearbeitung und Nachprüfung bedürfen, um die wirtschaftlich beste Lösung zu finden."

„Auch für die Oker- und Ecker-Talsperre sind schon seit langer Zeit umfangreiche Untersuchungen angestellt und fertige Pläne ausgearbeitet, so daß an die Verwirklichung dieser Unternehmungen baldigst herangetreten werden könnte."

„Für den Ostharz sind die Entwürfe abgeschlossen. Nach dem jetzigen Stande der Verhandlungen ist anzunehmen, daß hier bald mit den Bauarbeiten für die geplanten Talsperrenanlagen begonnen werden kann."

Nachdem so der Preußische Staatsrat seine Zustimmung zu den bereits vorher gefaßten Beschlüssen des Landtages gegeben hat, sind somit die verfasungsmäßigen Voraussetzungen erfüllt, die für die Beteiligung des Preußischen Staates am Ausbau der Wasserwirtschaft zunächst im Südwestharz nötig waren. Der 63. Provinziallandtag Hannover hat inzwischen einstimmig seine Zustimmung zu den Plänen nach den mitgeteilten Vorschlägen gegeben.

Damit ist nach jahrzehntelangen Vorarbeiten der Weg frei für die Ausführung. Die Stunde ist, so möchte ich glauben, nicht ungünstig gewählt, in der ich Ihnen einen Ueberblick geben soll über das, was nunmehr für den weiteren Ausbau der Wasserwirtschaft im Harze in Aussicht genommen ist. Gleichzeitig aber sehe ich es auch noch als meine Aufgabe an, rückblickend Ihnen den Werdegang der Pläne und Vorhaben kurz darzustellen, weil aus dieser Betrachtung sich am ehesten das Verständnis für die Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit der dem kommenden Ausbau zu Grunde gelegten Vorschläge gewinnen lassen wird.

II. Ziele des Ausbaues der Wasserwirtschaft im Harz.

1. Die Aufgabe. Die Aufgabe des Ausbaues der Wasserwirtschaft im Harze und in seinem Vorlande ist ein Schulbeispiel für eine wasserwirtschaftliche Unternehmung nach großen, umfassenden Gesichtspunkten. Beseitigung und Verhütung der durch den stürmischen Ablauf übermäßig großer Wassermengen in Hochwasserzeiten entstehenden Schäden, Speicherung der wasserschadenbringenden, nicht nutzbaren Wassermengen und Ausgleich zwecks Abgabe in wasserarmen Zeiten ist das Primäre; regelnde Einwirkung auf die Nutzung des Wassers, sei es nun als Stoff zur Anreicherung des Niedrigwassers, Aufhöhung des Grundwasserstandes, Verbesserung der Aufschlagverhältnisse von bestehenden Triebwerkanlagen, Trink- und Brauchwasserbeschaffung, Besserung der Spülkraft der offenen Wasserläufe im Interesse einer günstigen Abwasserbeseitigung oder sei es zu Zwecken der Erzeugung elektrischer Energie aus der gewinnbaren Wasserkraft ist die zweite folgende Aufgabe, die zu befriedigen war.

Im Harze, wie überall eine Vielheit von Aufgaben und Belangen, hier mehr wohl noch als anderweitig, ein so oft heftiger Gegensatz und Widerstreit der Interessen und Wünsche, weil in den Bergen des Harzes nur ein Wasserschatz zu fassen war, wie ihn die Natur sonst in gleich reicher Fülle in unseren norddeutschen Landstrichen nicht wieder uns zu Nutz, aber auch zu Schaden darbot.

Nutzen aber und Schaden sind relative Begriffe, erst wenn wir sie messen in ihrem Verhältnis zur geringeren oder größeren Intensität der Gesamt- oder Volkswirtschaft der fraglichen Landesteile, werden wir auch für wasserwirtschaftliche Maßnahmen den rechten Maßstab gewinnen. Die Steigerung unserer Wirtschaft in landeskultureller Bodennutzung,

Digitized by Google

in gewerblichem und industriellem Aufbau, in überraschend vergrößerten Siedlungen mit erhöhtem Wasserbedarf und Abwasseranfall erzeugt zwangläufig das Verlangen nach einem erhöhten Schutz der vergrößerten Werte vor Hochwasserschaden und einer verbesserten Nutzung des Wassers, besonders dort, wo Mangel an diesem lebenswichtigsten, ja lebenbedingenden Gute des Wassers einzutreten droht. So ist die Entwicklung menschlicher Wirtschaft allgemein auch Geschichte und Entwicklung planmäßiger Wirtschaft im besonderen.

Hält man sich diese Zusammenhänge vor Augen, so wird man die Entwicklung aller wasserwirtschaftlichen Pläne, die bisher für den Harz aufgestellt sind, sicher gerechter zu beurteilen vermögen, als wollte man sie ohne diesen Maßstab für sich bewerten.

Aber noch ein weiteres muß man bei der Beurteilung aller Harzpläne berücksichtigen, wenn man fragt, weshalb die Bemühungen um einen Ausbau der Wasserwirtschaft im Harze nicht schon eher zum Ziele geführt haben.

2. Eignung der Harztäler für Talsperrenanlagen. Hochwasserschadenverhütung und Ausgleich des Wassers setzen im Harz wie überall, die Schaffung geeigneter und genügend großer Sammel- oder Staubecken voraus. An sich ist nun der Harz für die Anlage von Talsperren, sofern sie auch einigermaßen privat- und öffentlich wirtschaftlich vertretbar sein sollen, leider weniger geeignet, als mancher von vornherein annehmen könnte. Die Harztäler sind in der Regel ziemlich weit, so daß Stauwerke — seien es Mauern oder Dämme — nur mit hohem Kostenaufwand errichtet werden können. Die hinter ihnen liegenden Becken können selten mit wirtschaftlich vertretbaren Mauerhöhen so geräumig angelegt werden, daß sie einen wasserwirtschaftlich genügenden Ausgleich der Zuflußmassen bieten. Das liegt einmal an dem großen Gefälle der Harztäler, das schnell zu sehr hohen Absperrwerken führt, anderseits an dem außerordentlich stark schwankenden Wasserabfluß (Abb. 2), der nicht nur zwischen Hoch- und Niedrigwasser, sondern auch noch zwischen den Abflüssen in nassen und trockenen Jahren ungewöhnlich große Unterschiede aufweist. Diese aber verlangen entsprechend größere Stauräume zum Ausgleich.

Weiter kommt hinzu, daß die Harztäler auf den für die Anlage von Staubecken überhaupt in Frage kommenden Strecken entweder stark besiedelt, durch Triebwerke gut ausgebaut, von Eisenbahnen oder mindestens von Landstraßen durchzogen sind. Da die Einzugsgebiete der einzelnen Wasserläufe ziemlich klein sind, die Staubecken absolut auch nur von mittlerer Größe werden, so können sie die hohen Nebenaufwendungen für Umsiedlungen, Eisenbahn- und Straßenverlegungen, Triebwerkablösungen meist nur in recht beschränktem Umfange tragen, so daß hierdurch oft die Errichtung eines an sich zu wünschenden größeren Stauraumes wirtschaftlich nicht möglich ist. Das ist zum Beispiel besonders im Innerste-Tal der Fall.

So lange in wasserwirtschaftlichen Plänen für die Harzgewässer nur Einzelziele und -zwecke verfolgt wurden, mußte an dieser Tatsache der hohen Ausbaukosten und des zu kleinen Kreises der Träger die Finanzierung scheitern. Diese Erkenntnis mußte für alle spätere Entwurfsarbeit beachtet werden, mit anderen Worten: es durfte nicht mehr der einzelne Wasserlauf Gegenstand der Planung sein, sondern die Harzquellflüsse jedes der Vorlandflüsse, wie Leine, Aller, Bode usw. mußten in einheitlicher wasserwirtschaftlicher Planung erfaßt werden. Dann konnte man hoffen, auf dieser breiteren Grundlage größere wirtschaftlich beachtlichere Schäden zu verhüten, und wirtchaftlich beachtliche Nutzungen zu erreichen. Es war jedoch unzweifelhaft klar, daß bei einem solchen zusammenfassenden Vorgehen die Gegensätzlichkeit der Einzelinteressen und Wünsche, der wasserwirtschaftlichen Aufgaben an sich immer stärker und auch wenig förderlich in die Erscheinung treten mußten.

Alle wasserwirtschaftlichen Neuplanungen im Harze müssen schließlich noch Rücksicht nehmen auf die zum Teil schon sehr alten wasserwirtschaftlichen Anlagen des Oberharzer Bergbaues und weiter noch auf die wassergesetzlichen Sonderbestimungen für den Oberharz.

3. Rangordnung der Nutzungen. Zunächst erscheint es nicht leicht, durch dieses Vielerlei von sich teilweise ausschließenden Aufgaben einerseits, Hemmungen und Beschränkungen anderseits, den Richtweg zu finden, das schien

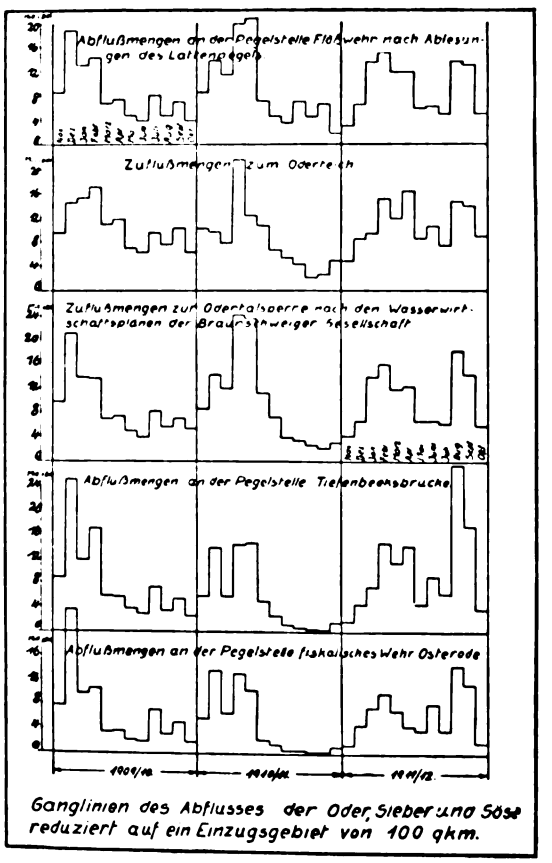

Abflußmengen an der Pegelstelle Flößwehr nach Ablesungen des Lattenpegels
Zuflußmengen zum Oberteich
Zuflußmengen zur Odertalsperre nach den Wasserwirtschaftsplanen der Braunschweiger Gesellschaft
Abflußmengen an der Pegelstelle Tiefenbeeksbrucke
Abflußmengen an der Pegelstelle fiskalisches Wehr Osterode
1909/10
1910/11
1911/12
Ganglinien des Abflusses der Oder, Sieber und Söse reduziert auf ein Einzugsgebiet von 100 qkm.

Abb. 2.

nur möglich, wenn sich eine gewisse Rangordnung der Nutzungen schaffen ließ, ohne daß jedoch ein für alle Fälle gültiges starres Schema gegeben werden durfte.

Das Ziel, die fließende Wasserwelle wirklich durch das Mittel ausreichend großer Staubeckenräume für ganze geschlossene Flußgebiete zu beherrschen, stand fest. Soweit damit die Aufgabe des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung erfüllt wurde, war damit auch bereits ein bestimmter, allerdings erfahrungsgemäß im Maß seines Interesses nur sehr schwer zu fassender Kreis von Beteiligten umschrieben. Die praktischen Schwierigkeiten der Veranlagung des einzelnen Uferanliegers und einzelner in Frage kommender Gemeinschaften zu den Kosten des Unternehmens nach Maßgabe der zu erwartenden Vorteile aus der Verhütung von Hochwasserschäden und aus einer besseren Nutzung oder Nutzwirkung infolge ausgeglichenerer Wasserführung in Trockenzeiten führen in der Regel dazu, daß die aus dieser Veranlassung sich rechtfertigenden Aufwendungen vom Staate gemeinsam mit den großen in Frage kommenden Selbstverwaltungsorganen

Digitized by Google

des Landes, in Preußen also den Provinzen, übernommen werden müssen. Immerhin lassen sich aus Rücksichten des Hochwasserschutzes und der Förderung der allgemeinen Landeskultur nur insoweit Aufwendungen rechtfertigen, als sie für die Erstellung von Anlagen nötig würden, die nur diesen Zwecken zu dienen hätten. Alle weiteren Aufwendungen für den in Aussicht zu nehmenden Gesamtausbau müssen von denjenigen Wirtschaftskreisen getragen werden, die unmittelbar Nutzen aus den Anlagen ziehen, d. h. die Anlagen müssen in dieser Richtung privatwirtschaftlich rentierlich sein. Bei allen früheren Planungen war die Erzeugung elektrischer Energie als Nutzaufgabe der Harztalsperren in erste Linie gestellt. Erst im letzten Jahre trat als weiterer Verwendungszweck die Versorgung weiter Gebiete mit einwandfreiem Trink- und Brauchwasser wesentlich in den Vordergrund. Will man beide Nutzzwecke in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und gegenseitigen Wertigkeit richtig erfassen, so kommt man m. E. nur dann zu einem gerechten Urteil in dieser Frage, wenn man sie unter dem Gesichtspunkt entscheidet, ob bei der einen oder anderen Nutzung überhaupt ein Ersatz der Nutzwirkung des Wassers aus dem Harze aus anderen Quellen oder Mitteln möglich ist.

Ohne weiteres ist es nicht zweifelhaft, daß die Energieerzeugung aus den Wasserkräften des Harzes an sich auch in gleicher Größe aus anderen Quellen, z. B. Braunkohlenkraftwerken gewonnen werden kann. Um überhaupt Energie zu erzeugen, braucht man also nicht den Ausbau der Harz-Wasserwirtschaft. Energieerzeugung in Verbindung mit dieser soll nur die fehlenden Mittel für den möglichst vollständigen Ausbau liefern, sie ist in diesem Falle nicht Aufgabe der Wasserwirtschaft an sich, sondern stets nur subsidiär. Zu einer anderen Antwort aber drängt die Entwicklung der Wasserversorgung des Harzvorlandes und anschließender Landstriche in der ganzen Erstreckung von der Weser bis zur Elbe. Bei dieser Frage kommt es nicht allein auf die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser für den menschlichen Bedarf, sowie mit Nutz- und Brauchwasser für gewerbliche und industrielle Betriebe an, sondern im weiteren verlangt auch die Landwirtschaft eine zusätzliche Wasserversorgung, die sie streckenweise wenigstens für erlittenen Grundwasserentzug entschädigen soll. Hier zeigt sich, wie ja bereits aus Vorkommnissen des letzten Jahres einer größeren Oeffentlichkeit an einem Einzelfalle bekannt wurde, bereits der Anfang einer gewissen Notlage, die sich bei weitergehender wirtschaftlicher Entwicklung dieser Harzvorlandgebiete in Zukunft mehr und mehr verschärfen wird, falls nicht für Abhilfe gesorgt wird. Eine solche Abhilfe kann vielleicht hier und dort noch aus anderen vorhandenen kleineren und für einen örtlich beschränkten Kreis ausreichenden Mitteln erreicht werden, letzten Endes aber wird man sie nach meiner Ueberzeugung nur wirksam aus den Wasserschätzen des Harzes leisten können. Damit gewinnt die Notwendigkeit, die Gesamtwasserwirtschaft des Harzes planmäßig zu erfassen, eine erhöhte, lebenswichtige Bedeutung. Die Trink- und Brauchwasserversorgung erhält damit den Vorrang vor der Krafterzeugung, die nur noch in solchem Umfange ausgebaut werden darf, als es der erste Verwendungszweck zuläßt. Damit aber ergibt sich auch als Rückwirkung auf die Gesamtgestaltung der Pläne die Forderung nach möglichst großen Beckenräumen der auszubauenden Talsperren, da man nur dann möglichst viel Wasser zu Wasserversorgungszwecken aus den Talsperren des Harzes abgeben kann, mit anderen Worten diese Wassermassen in der sommerlichen Trockenzeit den natürlichen Wasserläufen entziehen darf, wenn man für ihren Ersatz durch neues aus den gespeicherten Hochwassermengen gewonnenes Wasser Sorge trägt. Die Aufgabe des Hochwasserschutzes bleibt davon unberührt, sie ist nach wie vor die gleiche.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, einen Augenblick scheinbar abzuschweifen. Wir sind gewohnt, Aufgaben des Hochwasserschutzes und solche aus Rücksichten der Landeskultur anzusehen als Aufgaben, deren Erfüllung in erster Linie Sache des Staates ist. Dort wo solche Aufgaben vorliegen, werden ihnen wohl in der Regel die berühmten „Rücksichten öffentlichen Wohles“ und die hiermit im Wasser- und Enteignungsgesetz verbundenen Vorteile und Vorzugsbehandlung zuerkannt. Die Aufgabe der Trinkwasserbeschaffung war bisher mit geringen Ausnahmen Sache der Gemeinwesen, verwaltungstechnisch wurde sie vielfach aufgefaßt als ein rein privatwirtschaftliches, weil in Händen der Gemeinde auch gewinnbringendes Unternehmen. Die Entwicklung der Verhältnisse am Harz und um den Harz zeigt aber mit ausreichender Deutlichkeit, daß diese Frage der Wasserbeschaffung für menschlichen und tierischen Verbrauch mit Rücksicht auf die hygienischen Verhältnisse ganzer Gebiete und für die Entwicklung von Gewerbe und Industrie von ganz überragender Bedeutung werden kann und vielerorts auch werden wird, je größer die Not um das Wasser wird. Es wird deshalb in Zukunft mehr als bisher notwendig werden, daß die Sicherstellung des nötigen Wasservorrats für große Gebiete und sein Schutz gegenüber dem Zugriff durch andere Interessen mehr als bisher „aus Rücksichten öffentlichen Wohles“ gehandhabt wird und daß dieser Aufgabe gegenüber andere Belange unbedingt dort zurücktreten müssen, wo diese anderen anderweitig befriedigt werden können, die Wasserversorgung aber auf das Gebiet und sein Wasser angewiesen ist.

Es wird nicht mehr möglich sein, den Standpunkt aufrecht zu erhalten, daß die Wasserversorgung nur als privatwirtschaftliches Unternehmen angesehen werden kann. Ueberall dort, wo es sich um die Sicherstellung der erforderlichen Wassermengen, wie im Harze, handelt, sind Rücksichten öffentlichen Wohles von ganz überragender Bedeutung zu wahren, wobei man tatkräftiger staatlicher Fürsorge nicht wird entbehren können.

Ich habe diese Fragen erwähnt, weil sie mir gerade am Harze in doppelter Hinsicht zur Entscheidung zu stehen scheinen.

4. Pläne der Reichs-Wasserstraßen-Verwaltung. Der eine Fall ist dadurch gegeben, daß die Reichs-Wasserstraßen-Verwaltung für die Speisung der Scheitelhaltung des Mittellandkanals erhebliche Wassermengen aus den Harzgewässern in Anspruch zu nehmen geplant hat. Es unterliegt keinem Zweifel, daß, wenn diese Absichten durchgeführt würden, die Heranziehung der dafür in Anspruch genommenen Bode- und Okertalsperren außerdem noch zur Wasserversorgung kaum möglich sein würde. Da aber Trink- und Brauchwasser in einem künftig zu erwartenden Umfange anderweitig nicht beschafft werden können ohne Inanspruchnahme der Wasserschätze des Harzes, so kann schon aus diesem Grunde m. E. einer Speisung des Mittellandkanals aus Harztalsperren seitens der Länderregierungen nicht zugestimmt werden. Die Möglichkeit der Kanalspeisung aus anderen Quellen stellt ihre Befriedigung unbedingt in eine zweite Linie. Ich werde auf die Frage noch zurückkommen müssen.

5. Rücksicht auf Sonder-Wasserrecht im Harze. Der andere Fall, in dem ein Gegensatz der Interessen aus vorhandenen Rechten und Gegenwartsnotwendigkeiten entstehen kann, ist durch die besonderen Wasserrechtsverhältnisse des Oberharzes gegeben.

Digitized by Google

Ich bin mir wohl bewußt, daß das einem Eigentum an den Wasserläufen in seiner Wirkung gleichzuachtende, durch § 381 Pr. WG. vom 13. April 1913 in den ehemaligen hannoverschen Aemtern Zellerfeld und Elbingerode sowie Teilen des Kreises Osterode aufrechterhaltene Wassernutzungsrecht des Staates Fragen aufstehen läßt, die nur mit größter Vorsicht behandelt werden können. Das Wassergesetz hat leider in diese Fragen keine volle Klarheit gebracht, die Gegenwart scheut sich in begreiflicher Weise, an ihre grundsätzliche Erörterung heranzutreten.

Ich habe nicht die Absicht, sie hier in ihrem vollen Umfange vor Ihnen zu erörtern, weil ich mir von einem solchen Vorhaben keinen Erfolg würde versprechen können. Die Entwicklung aber, die der jetzt angebahnte Ausbau der Wasserwirtschaft des Harzes zwangläufig nehmen muß, wird über kurz oder lang dazu zwingen, m. E. schon bei der Entscheidung über die Oderteichpläne, diese Frage in aller Ruhe aufzugreifen. In Auswirkung meiner vorhergehenden Ausführungen möchte ich daher nur auf eine Seite der Frage hinweisen, die sich für die späteren Entscheidungen wohl als wesentlich ausschlaggebend erweisen dürfte.

Das aus dem Eigentumsrecht des Landesherrn am Grund und Boden wahrscheinlich abzuleitende Wasserregal im Harze ist in der Praxis mehr und mehr und zwar auch nach dem Uebergang der landesherrlichen Rechte auf den Staat, zu einem Vorzugsrecht des staatlichen Bergbaues geworden (es mag aber nebenbei erwähnt werden, daß auch die Staatsforstwirtschaft an diesen Rechten Teil hatte und noch hat).

Ohne ein solches Regalrecht hätte der Bergbau des Harzes, früher eine der Hauptquellen landesherrlicher und staatlicher Einkünfte, des sicheren Verfügungsrechtes über die für seinen Umgang notwendige, in früherer Zeit durch nichts anderes ersetzbare Betriebskraft entbehren müssen; mangels der uneingeschränkten Wassernutzungsmöglichkeit wären Betriebseinschränkungen, mancherorts Erliegen des Bergbaues, wohl immer aber seine geringere Ergiebigkeit die notwendigen Folgen gewesen, die gleichzeitig staatliche Lebensgrundlagen gefährdet haben würden.

Die gegenwärtige Wirtschaft des Bergbaues im Harze ist weder eine Einnahmequelle für den Staat, die in ihrer Bedeutung mit den Verhältnissen von früher verglichen werden darf, noch aber läßt sich der Beweis erbringen, daß der Umfang und das Bestehen des Bergbaues in gleicher Weise wie früher an die ausschließliche Nutzung der Harzgewässer gebunden ist, und daß die Wasserkräfte durch nichts anderes ersetzt werden können.

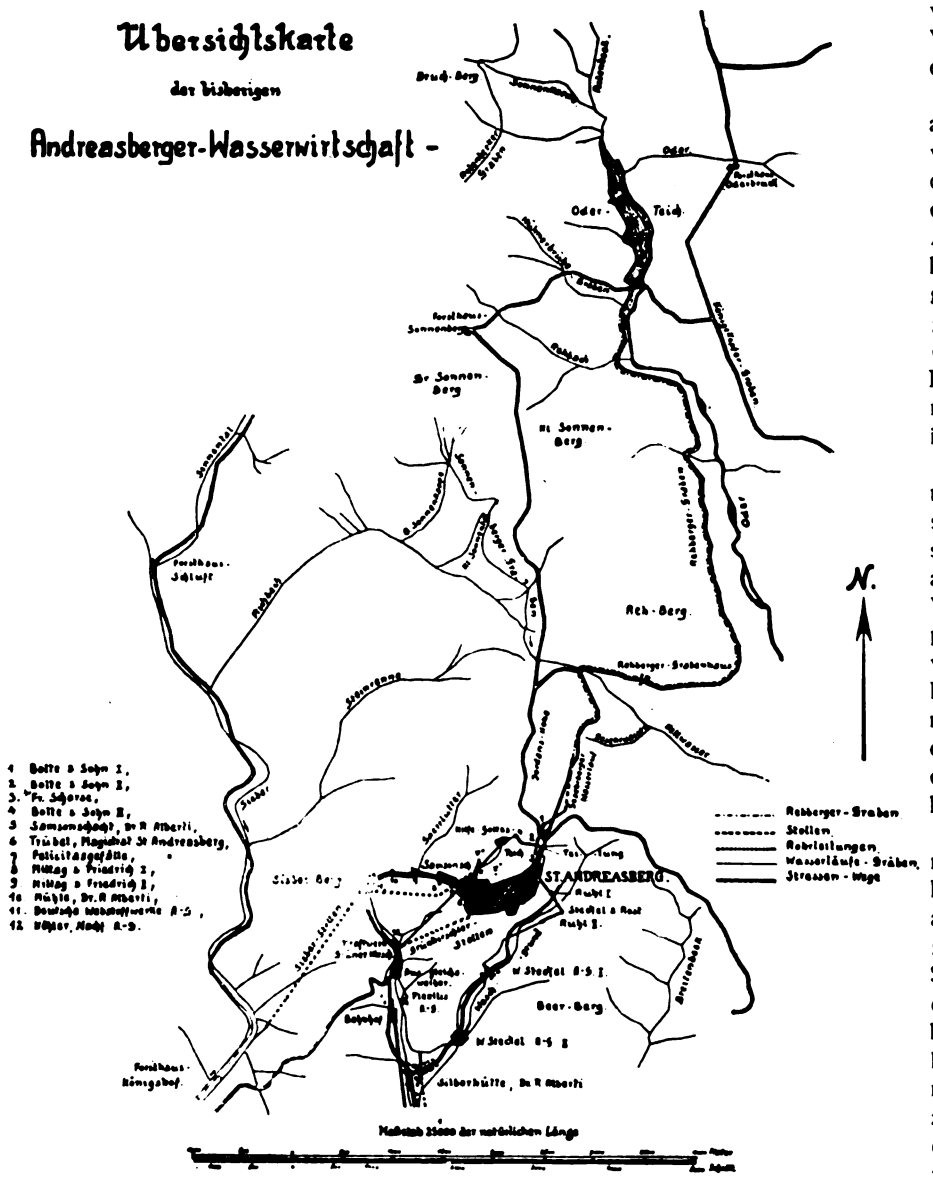


Abb. 3.

Die Entwicklung der Wirtschaft hat auch hier die Wertverhältnisse ganz wesentlich verschoben; jedenfalls für den Bergbau. Nicht aber an sich für den Staat. Für diesen muß ich es in Ansehung der neuen voraussichtlich zu lösenden wasserwirtschaftlichen Aufgaben, in erster Linie hinsichtlich einer großzügigen Wasserversorgung der dem Harze nördlich vorgelagerten Landesteile, als einen Segen bezeichnen, daß das Wasserregal des Harzes in seine Hand gelegt ist.

Wenn man die Auffassung vertritt, und ich glaube, daß ihre Berechtigung sich kaum wird mit guten Gründen bestreiten lassen, daß der Staat nur als Treuhänder der Allgemeinheit die Wasserschätze des Harzes als res publicae, nicht als res fisci zu verwalten und entsprechend über ihre Nutzung zu wachen hat, so erwächst m. E. aus dieser Aufgabe die Pflicht der Prüfung, ob die bisherige Nutzung dieser Wasserschätze fast ausschließlich im Interesse des Bergbaues unter geänderten wirtschaftlichen Verhältnissen und Notwendigkeiten noch aus Rücksichten öffentlichen Wohles allen anderen Nutzungsmöglichkeiten voranzustellen ist, oder ob nicht an ihre Stelle vielleicht im Laufe der Zeit aus dem Zwange einer nicht mehr aufhaltbaren Entwicklung Nutzungen zu treten haben, bei denen das Wasser durch nichts anderes ersetzt werden kann; zu deren Befriedigung unbedingt auf die Wasserschätze des Harzes wird zurückgegriffen werden müssen.

(W. 181.) (Forts. folgt.)

Digitized by Google

Die Ableitung von Quellen nach bayerischem Rechte.

Von Dr. Leo Wachter.

Aus dem Begriffe des Eigentums folgt die Befugnis des Eigentümers, über seine Sache nach freiem Belieben zu verfügen. Diese unbeschränkte Verfügungsgewalt des Eigentümers war auch für den Quelleneigentümer im bayer. Wasserbenützungsgesetz von 1852 anerkannt worden. Der Eigentümer konnte die Quelle ableiten wohin er wollte, ohne Rücksicht auf andere. Als um die Wende des Jahrhunderts die Intensität der Wasserausnützung wuchs, geriet das unbeschränkte Verfügungsrecht des Quelleneigentümers häufig in Widerstreit mit den berechtigten Interessen der Beteiligten an der Ausnützung des Wassers. Die Klagen nahmen zu je allgemeiner die Wasserversorgung der Städte wurde, wodurch den Triebwerksbesitzern, Landwirten und anderen Wasserbenützern das bisherige Wasser entzogen wurde, ohne daß den oft schwer Geschädigten ein Anspruch auf Entschädigung zustand. Aufgabe des Gesetzgebers war es, hier einen Ausgleich zu schaffen. Diese Aufgabe hat das neue bayer. Wassergesetz von 1907, in Kraft seit 1. Januar 1908, dadurch zu lösen versucht, indem es den Wasserbenützern, die das Wasser viele Jahre hindurch benützt hatten, unter gewissen Voraussetzungen einen Rechtsanspruch auf Schutz gewährte und anderseits aus öffentlichem Interesse für jede Quellenableitung eine Erlaubnispflicht aussprach, um gegebenenfalls eine Quellenableitung zu verbieten, wenn Rücksichten auf das Gemeinwohl es erforderten, wobei der Gesetzgeber vor allem die Wasserversorgung der Gemeinden sicherstellen wollte.

Eine Quellenableitung (dsgl. die Zutageförderung einer Quelle) unterliegt nun der wasserpolizeilichen Erlaubnis der Bezirksverwaltungsbehörde, Bezirksamt bzw. Stadtrat, in deren Gebiet die Anlage zur Ableitung geschaffen werden soll. Nur für kleinere Anlagen hat das Gesetz (Art. 19) eine Ausnahme von der Erlaubnispflicht zugelassen in der Annahme, daß diese keine schädigende Einwirkung auf andere Interessenten haben können. Eine Erlaubnis ist nicht erforderlich zur Anlage von Brunnen, die nur vorübergehenden Zwecken, z. B. bei Bauten, oder dem eigenen Haus- und Wirtschaftsbedarf einschließlich des Bedarfs für landwirtschaftliche Nebenbetriebe dienen. Eigener Haus-nud Wirtschaftsbedarf ist einerseits der auf das einzelne Anwesen beschränkte Bedarf im Gegensatz zum Bedarf einer Mehrheit von Anwesen, großen Anstalten und Ortschaften und anderseits der Bedarf für die eigentliche Haushaltung und die in dem nämlichen Anwesen betriebene Wirtschaft für landwirtschaftliche und kleinere gewerbliche Betriebe, wie zum Beispiel Gastwirtschaften, Schmieden, Metzgereien usw. Die Ableitung einer Quelle zur Abgabe von Wasser an andere ist erlaubnispflichtig, auch wenn der Eigentümer sich dabei mitversorgen will, z. B. Errichtung einer gemeinsamen Wasserleitung für mehrere Anwesen. Hat zwar der Gesetzgeber, von den genannten Ausnahmen abgesehen, die Einholung einer Erlaubnis für eine Quellenableitung vorgeschrieben, so ist die Versagung der Erlaubnis nach dem Gesetz nur in einem Fall begründet, nämlich dann, wenn der Ableitung Rücksichten auf das Gemeinwohl entgegenstehen. Das Gesetz wollte durch die Vorschrift einer Erlaubnispflicht der Behörde in jedem Fall die Möglichkeit geben, über die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer Ableitung zu entscheiden. Was unter Gemeinwohl zu verstehen ist, ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Rücksichten auf das Gemeinwohl, die die Erlaubnisversagung begründen, sind dann vorhanden, wenn zum Beispiel infolge der durch die Ableitung bedingten Einstellung eines großen Unternehmens zahlreiche Arbeiterfamilien brotlos gemacht oder zahlreichen Landwirten das zur Wiesenbewässerung notwendige Wasser entzogen oder einer Gemeinde durch die Ableitung das zu Feuerlöschzwecken notwendige Wasser genommen wird. Die Versagung der Erlaubnis aus öffentlichem Interesse darf aber erst dann erfolgen, wenn der Gefährdung des Gemeinwohls in keiner anderen Weise vorgebeugt werden kann. Kann der Rücksicht auf das Gemeinwohl durch Auflagen von Bedingungen entsprochen werden, so wird die Erlaubnis bedingt erteilt. In allen übrigen Fällen, wo Rücksichten des Gemeinwohls nicht vorhanden sind, muß die Erlaubnis dem Unternehmer der Quellenableitung erteilt werden. Hier ist zu beachten, daß aber dem Gesuchsteller ein im Verwaltungsrechtsweg verfolgbarer Anspruch auf Erteilung der Erlaubnis nicht zusteht. Der Gesuchsteller hat nur die Möglichkeit, die Erlaubnis im Wege der Aufsichtsbeschwerde durchzufechten. (Entscheidung des bayer. Verwaltungsgerichtshof vom 9. Juli 1920; Sammlg. Bd. 41, S. 44). Verwaltungsrechtlicher Natur ist gemäß Art. 177 b des Wassergesetzes in den Fällen Art. 19 des Wassergesetzes ein Streit über folgende Fragen, die die Zuständigkeit des Verwaltungsgerichtshof in letzter Instanz begründen:

1. Ob ein erlaubnispflichtiger Fall im Gegensatz zu den obengenannten Ausnahmen vorliegt,
2. Ob überhaupt Rücksichten des Gemeinwohl, die die Versagung der Erlaubnis oder die bedingte Erlaubnis erfordern, vorhanden sind.

Diejenigen Wasserbenützer, die das Wasser vom Quelleneigentümer schon viele Jahre bezogen, haben auch nach heutigem Recht keinen Anspruch auf Schutz ihrer Interessen durch Versagung der Erlaubnis. Jedoch muß der Unternehmer der Quellenleitung denjenigen, die schon seit mindestens 30 Jahren als Besitzer von Wasserbenützungsanlagen oder als Grundstückseigentümer das Wasser selbst oder durch ihre Rechtsvorgänger benützt oder unter den gleichen Voraussetzungen die Fischerei ausgeübt haben, wenn sie durch die Ableitung einen „erheblichen" Schaden erleiden, eine angemessene Entschädigung zahlen, sofern nicht der Schaden durch andere Bedingungen abgewendet werden kann (Art. 19 III. WG.). Nicht jeder Schaden wird also ersetzt. Nur der Nachweis eines erheblichen Schadens gibt dem Beteiligten ein Entschädigungsrecht. Die Worte „angemessene Entschädigung" besagen aber, daß eine volle Entschädigung nicht verlangt werden kann, entgangener Gewinn stets außer Berechnung bleibt, die Höhe vielmehr unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit beider Teile festgesetz wird. Hinsichtlich der ununterbrochenen Benützungsdauer ist zu bemerken, daß vorübergehende kürzere Unterbrechungen, wie sie bauliche Veränderungen, Störungen im Betriebe, Brandfälle mit sich bringen, nicht rechtsnachteilig wirken. Wird jedoch freiwillig oder durch die Macht der Verhältnisse gezwungen während längerer Zeit die Wasserbenützung eingestellt, z. B. wenn eine Mühle wegen schlechten Geschäftsganges längere Zeit nicht mehr benützt wurde, dann liegt eine das Entschädigungsrecht zerstörende Unterbrechung vor. Eine Ausnahme muß bei den durch den Krieg veranlaßten Betriebsstörungen infolge des Einrückens des Besitzers ins Feld gemacht werden. Die Höhe der Entschädigung wird von der Verwaltungsbehörde festgesetzt unter Ausschluß des ordentlichen Rechtsweges. Die Zuständigkeit der Gerichte zur Entscheidung über die Höhe ist deshalb ausgeschlossen worden, weil die Entschädigung

Digitized by Google

ihren Grund nicht in der Verletzung eines Privatrechts hat, denn der Wasserbenützer hat keinen Anspruch auf Aufrechterhaltung des bisherigen Zustandes, sondern aus Billigkeitsgründen gewährt wird. Dies ist auch der gesetzgeberische Grund, weshalb nicht volle, sondern nur eine angemessene Entschädigung zugebilligt wurde. Es kann nun die Möglichkeit bestehen, daß der Schaden durch andere Maßnahmen abgewendet werden kann; in solchem Falle darf eine Geldentschädigung nicht gewährt werden. Als technische Maßnahmen, die den Schaden ausgleichen können, kommen in Betracht: Die Zuweisung elektrischer Kraft, die Anlage eines Stauweihers, die Vergrößerung des Betriebsgefälles, auch Ersatz von Kraftmaschinen durch solche mit größerer Nutzleistung usw. Verursachen jedoch die technischen Vorrichtungen einen größeren Aufwand als die Gewährung einer Geldentschädigung, dann muß die anderweitige Abwehr des Schadens als unmöglich erachtet und lediglich eine Geldentschädigung ins Auge gefaßt werden.

Diejenigen Wasserbenützer, bei denen die 30jährige Benützungsdauer sich noch nicht vollendet hat, haben keinen gesetzlichen Schutz gegen den Entzug des Quellwassers. Wird eine Quellenableitung lediglich aus Schikane vorgenommen, so kann das Schikaneverbot des § 226 BGB. Einhalt gebieten. Den gesetzlich nicht geschützten Wasserbenützern empfiehlt sich, wenn vom fortdauernden Quellwasserbezug ihre wirtschaftliche Existenz abhängt, die Begründung eines Privatrechts mit dem Quelleneigentümer über den fortdauernden Bezug des Quellwassers durch Bestellung eines ins Grundbuch einzutragenden Dienstbarkeit inhaltlich deren zugunsten des jeweiligen Eigentümers des Wasserbenutzungs-Grundstücks auf dem Quellgrundstück keine Quellenableitung vorgenommen werden darf. Wird trotz eines bestehenden privatrechtlichen Anspruchs auf Fortdauer der Quellwasserbenutzung die öffentlich-rechtliche Erlaubnis dem Unternehmer der Quellenableitung erteilt, so wird dem privatrechtlichen Anspruch durch die erteilte Erlaubnis nicht vorgegriffen. Das private Recht auf Unterlassung der Quellenableitung kann im Klageweg weiter verfolgt werden; wird es vom Gericht anerkannt, so wird die erteilte Erlaubnis gegenstandslos. (W. 998.)

Rundschau

Energiewirtschaft.

Neue Talsperrenpläne in Sachsen.

Die Regierungsvorlage über Talsperren im Ost-Erzgebirge sieht den Bau von drei Talsperren vor, und zwar oberhalb Bärenstein, im Kratzhammerweg, im Gebiet der Müglitz und im Oelsengrund, sowie im Gebiete der Gottleuba. Die Talsperren allein werden 25 Mill. M. kosten. Insgesamt werden die Wiederherstellungsarbeiten in den vom Juliunwetter betroffenen Gebieten 50 bis 60 Mill. M. erfordern. (W. 254.)

Die Wasserkraftnutzung in Vorarlberg.

Das Land Vorarlberg hat neuerdings das Interesse weiterer Kreise durch die kommende Verbindung seiner Wasserkräfte mit dem deutschen Höchstspannungsnetz, insbesondere mit der Kohlenbasis des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes und mit Baden und Württemberg auf sich gezogen. Der gegenwärtige Stand der Wasserkraftnutzung in Vorarlberg ist:

Verwendungszweck:	inst. Leistg. kW:	Jahresarbeit Mio. kWh:
Allgemeine Stromversorgung	23 240	44
Industrie	10 460	28
Oesterr. Bundesbahnen	17 500	5

Von den bestehenden Wasserkraftanlagen sind die bemerkenswertesten das Spullerseewerk der Oesterr. Bundesbahnen[1]) und das Gampadelswerk der Vorarlberger Landes-Elektrizitäts A.G.[2]).

Die reichen, noch unausgebauten Wasserkräfte des Landes werden gegenwärtig durch zwei bereits in das Baustadium getretene Großanlagen weiterhin erschlossen; die daraus erzeugte Jahresarbeit von rund 257 Mio. kWh, etwa zur Hälfte Winterarbeit, wird dann größtenteils nach Württemberg und über Württemberg hinaus ausgeführt. Durch diese weitergehende Erschließung der Wasserkräfte wird die Jahresarbeit je Einwohner von 550 kWh heute auf etwa 2000 kWh nach Ausbau dieser Anlagen erhöht.

Die schon auf das erste Nachkriegsjahr zurückgehenden, damals von der Vorarlberger Landesregierung veranlaßten Projekte[3]) werden derzeit im Vermunt- und im Lünerseewerk ausgeführt.

Das Vermuntwerk nützt die Ill in einem künstlich geschaffenen Stausee von 4 Mio. m³ nutzbarem Inhalt und einer Höhe von 1740 m ü. M., mit einer Absenkung von 21 m aus. Von der Staumauer aus führt ein Druckstollen von 2,70 m Durchmesser und 2,5 km Länge, dessen Vortrieb bereits begonnen ist, zu dem ins Gebirge eingebauten Wasserschloß als Ausgangspunkt für zwei Rohrstränge von 1,75/1,35 m Durchm. Das Kraftwerk im Tal der Ill bei Parthennen wird zunächst vier Maschineneinheiten von je 19 000 kW bei 714 m Gefälle aufnehmen. Von den 130 Mio. kWh Jahresarbeit fällt der größte Teil entsprechend der Schneeschmelze des Einzugsgebietes in den Sommer. Für den Winter bietet die Ergänzung das Lünerseewerk, welches zweistufig ausgeführt werden soll. Der 1940 m ü. M. gelegene Lünersee wird einen nutzbaren Stauraum von 40 Mio. m³ bei einer Absenkung um 50 m bieten. Ein Anstich erfolgte durch die den See stauende natürliche Felsbarre, zu deren Abdichtung (der See besitzt nur unterirdische Abflüsse) bereits 1920 ein Absenkungsstollen begonnen und die Seeabsenkung seit August 1925 langsam durchgeführt wurde. Das Versiegen der talseitigen Quellen läßt den sicheren Erfolg der Abdichtungsarbeiten bestimmt erwarten. Die obere Stufe mit einem Kraftwerk in Brand wird durch einen Druckstollen von 4 km Länge gespeist und erhält eine Maschinenleistung von 63 000 kW bei 890 m Gefälle. Das Unterwasser dieses Werkes bildet ein Tages-Ausgleichsbecken, in welches weitere Zuflüsse eingeführt werden.

Das untere Kraftwerk bei Bürs wird zum Teil durch eine Hangrohrleitung, zum Teil durch Druckstollen von zusammen 6,2 km Länge gespeist und leistet bei 480 m Gefälle und 40 000 kW Maschinenleistung jährlich etwa 75 Mio. kWh. (Ing. Anton Fürst, „Die Waserkraftnutzung und Elektrizitätsversorgung in Vorarlberg", E. u. M. 1927, H. 39.) (W. 263.)

Großzügige belgische Baupläne. Belgien plant seine Häfen und Wasserstraßen in großzügiger Weise auszubauen und das Kabinett Jaspar hat bereits ein einheitliches Programm, dessen Ausführung auf 12 Jahre verteilt würde, aufgestellt, mit einem Kostenvoranschlag von 2½ Milliarden Franken. Geplant ist u. a. der Ausbau des Hafens von Antwerpen, wo die Hafenanlagen nach den letzten technischen Er-

[1]) Diese Zeitschrift 1923, Heft 23, Seite 293, und 1926, Heft 14 und 15, Seite 168 und 179.
[2]) Diese Zeitschrift 1926, Heft 8, Seite 84.
[3]) Hiervon sind die Entwürfe Hallingers in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1919, Heft 10—12, näher beschrieben nach einer Denkschrift von Hallinger „Die weitere Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in Vorarlberg", München 1918.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 13 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. August 1927 – 30. September 1927.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
164	**Goldstein- u. Felsenbächlein** Von der ehem. Obermühle in Unterleithen 0,250 km aufwärts (Goldsteinbächlein) bezw. 0,500 km aufwärts (Felsenbächlein)	Donau, Lech, Schwanbach, Grönenbach	Elektrizitätswerk Unterleithen	Bez.-A. Schongau Reg.-Bez. Oberbayern	Elektrizitätsgenossenschaft Unterleithen, Gemeinde Bernbeuren	0,056	29,4	17	5	Spitzenwerk Tagesspeicher (3 Stauweiher mit Zus. 380 cbm Nutzinhalt) Freistrahlturbine	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau Zuleitung von Quellen zur Erhöhung der mittleren Leistung Bisherige Leistung $\frac{17\ PS_a}{3\ PS_m}$
165	**Lengenwanger Mühlbach** 7 km oberhalb der Mündung	Donau, Lech, Wertach, Lobach	Luimoosmühle bei Luismoos	Bez.-A. Füssen Reg.-Bez. Schwaben	Wendelin Roth in Luismoos, Gemeinde Rückholz	0,50	4,20 bezw. 3,10	20	11	Laufwerk 2 oberschächtige Wasserräder	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung des schadhaften Mühlrades gegen ein neues Rad und Gefällserhöhung durch Vertiefen des Unterwasserkanals Genehmigungsbescheid bereits erlassen
166	**Rott** Zwischen Spannberg und Zainach	Donau, Inn	Fraunhofener Mühle	Bez.-A. Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Franz Huber in Fraunhofen	2,20	1,42	33	25	Laufwerk Francisturbine mit stehender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung zweier Wasserräder gegen eine Turbine
167	**Rott** Zwischen Fraunhofener Mühle und Rottmühle	Donau, Inn	Zainacher Mühle	Bez.-A. Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Alfons Eggersdorfer in Zainach	2,20	1,27	30	23	Laufwerk Francisturbine mit stehender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung zweier Wasserräder gegen eine Turbine
168	**Östliche Günz** 0,220 km bis 0,170 km oberhalb der Brücke im Zuge des Weges Markt Rettenbach-Ottobeuren	Donau, Günz	Triebwerk in Markt Rettenbach	Bez.-Amt Memmingen Reg.-Bez. Schwaben	Theodor Zinsmeister in Markt Rettenbach	1,00	2,50	28	21	Laufwerk Francisturbine	Mahlmühle	Umbau Auswechslung zweier Wasserräder gegen eine Turbine, Erhöhung der Wassermengennutzung und des Gefälles
169	**Roth** Stadtgebiet Weißenhorn	Donau	Maschinenfabrik Gutter & Sohn in Weißenhorn	Bez.-A. Neu Ulm Reg.-Bez. Schwaben	Hans Gutter in Weißenhorn	1,45	1,63	25	15	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Eigenversorgung	Umbau Auswechslung eines mittelschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{17\ PS_a}{10\ PS_m}$
170	**Alterach** bei Aialterloh	Donau	Triebwerk bei Aialterloh	Bez.-A. Dingolfing Reg.-Bez. Niederbayern	Johann Reisbeck in Aialterloh	0,14	3,10	5	5	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle	Neubau Wiederaufbau einer seit 2 Jahren brachliegenden Anlage mit ehemals Wasserradantrieb

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
171	**Goldbach** 1,000 km bis 0,500 km oberhalb der Mündung	Donau, Regen, schwarz. Regen, Teisnach, Achslacher Bach	Triebwerk in Lindenau	Bez.-A. Viechtach Reg.-Bez Niederbayern	Xaver Kauschinger in Lindenau, Gemeinde Achslach	0,06	6,01	3	2	Laufwerk oberschächtiges Wasserrad	Mahlmühle	Umbau, bereits im Gang.
172	**Steinbach** 1,300 km bis 1,000 km oberhalb der Mündung	Donau, Schwarzach oder Sulzbach, Bärnriederer Bach	Triebwerk Gegenfurtner oberhalb Bärnried	Bez.-A. Bogen Reg.-Bez. Niederbayern	Xaver Gegenfurtner in Ried im Winkel	0,045	17,00	8	2	Laufwerk Bankilturbine	Licht- und Kraft-eigenversorgung	Neubau, bereits begonnen
173	**Klinglbach** 0,400 km bis 0,200 km oberhalb der Mündung des Schauerbaches	Donau, Regen weißer Regen	Buglmühle	Bez.-A. Bogen Reg. Bez. Niederbayern	Josef Mühlbauer in Buglmühle, Gemeinde Siegersdorf	0,28	5,00	11	9	Laufwerk Wasserrad	Sägewerk	Umbau, bereits im Gang
174	**Reschwasser** 0,250 km oberhalb bis 0,500 km unterhalb der Mündung des Steinbaches	Donau, Ilz, Wolfsteiner Ohe, Saußwasser	Triebwerk Lenz bei Mauth	Bez. A. Wolfstein Reg. Bez Niederbayern	Jakob Lenz in Mauth	0,34	5,70	20	15	Laufwerk Francisspiralturbine	Sägewerk und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau, bereits im Gang

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 91 wurde in Betrieb genommen. (W. 256.)

rungenschaften gestaltet werden sollen. Ein Vertrag zwischen dem belgischen Staat und der Stadt Antwerpen ist bereits genehmigt. Weiter sollen die Binnenschiffahrtsnetze verbessert und vergrößert werden; so soll die Maas auch für die große Schiffahrt zwischen Givet und Lüttich ausgebaut werden und der Ausbau des Kanals Lüttich—Antwerpen soll in den nächsten 5 Jahren durchgeführt werden. Für die Einfuhr über Antwerpen soll von Antwerpen nach Lüttich eine neue Schiffahrtsstraße ausschließlich auf belgischem Boden erstellt werden, welche für Schiffe bis zu 1400 t fahrbar wäre. Geplant ist weiter der Ausbau des Eisenbahnnetzes und dessen teilweise Elektrisierung, wozu auch die Wasserkräfte der Ardennenflüsse und des Maastales herangezogen werden sollen. In der Gegend von Lüttich wurde bereits mit dem Bau eines neuen Kraftwerkes begonnen, das bis 1930 fertiggestellt werden soll. Um das ganze großzügige Werk von den möglichen politischen Schwankungen fernzuhalten, wurde mit der Durchführung des Gesamtplans eine selbständige Körperschaft mit eigenem Verwaltungsrat aus Vertretern der Finanz, der Industrie und des Staates betraut. (W. 253.)

Wasserkraftwerk Schreckenstein a. d. Elbe.

Dieses größte Wasserkraftwerk der Tschechoslowakei, an welchem bereits seit sieben Jahren gearbeitet wird, wird die Elbe von Schreckenstein bis Lobositz auf eine Stauweite von etwa 15 km anstauen. Das Wehr, mit dessen Bau programmäßig nach Einbau der Floßgasse und der Schleusentore im Jahre 1929 begonnen werden soll, wird die Elbe um 8,2 m stauen und bei einer verfügbaren Wassermenge von 50 m³/sec eine Leistung von 13 300 kW mit einer Jahresarbeit von 80 Mio kWh erzeugen. Mit Rücksicht darauf, daß jährlich etwa zehn Tage Stillstandszeit für Hochwasser und Eisgang zu rechnen sind, wird die Anlage nicht ohne Wärmekraftreserve auskommen können. (W. 240.)

Das spanisch-portugiesische Abkommen über die Ausnutzung des Duero als elektrische Energiequelle bestimmt. daß der internationale Teil des Flusses, der auf eine Länge von 100 km mit einem Höhenunterschied von 417 m als Grenze zwischen den beiden Ländern dient, für die Produktion einer Energie von 500 000 PS nutzbar gemacht werden soll. Spanien wird in dem auf seinem Gebiet gelegenen Teil des Flusses die für die Gewinnung von 350 000 PS erforderlichen Anlagen ausbauen. Zusammen mit dem aus dem internationalen Teil des Duro gelieferten Energievorrat wird Spanien genügend Strom zur Verfügung haben, um seine Eisenbahnen und Industrien zu versorgen. Die Arbeiten werden von einer spanisch-portugiesischen Konzessionsgesellschaft durchgeführt, die ohne irgendwelche Subvention oder Vorschußzahlung 400 Mill. Peseten aufwenden wird. (W. 255.)

Weltkraftkonferenz in Deutschland im Jahre 1930.

Die nächste Weltkraftkonferenz soll im Jahre 1930 in Deutschland abgehalten werden. Eine bestimmte Entscheidung hierüber wurde in der vergangenen Woche auf der Versammlung des internationalen Executiv-Komitees in Cernobbio am Como-See in Italien getroffen. Ferner wurde beschlossen, eine Sektionsversammlung im Jahre 1929 in Tokio abzuhalten. Es war angeregt worden, die nächste Konferenz in Italien abzuhalten, das italienische Komitee erklärte jedoch, daß die Konferenz in Italien vorteilhafter zu einem späteren Zeitpunkt abgehalten werden sollte, wenn sein hydroelektrisches Programm etwas weiter fortgeschritten sei.

Diese Beschlüsse wurden durch Kabel dem am Erscheinen verhinderten Sekretär O. C. Merril der Federal Power Commission und Präsidenten des amerikanischen Weltkraft-

Digitized by Google

Komitees, von seinem Vertreter Pierce übermittelt. (Aus „Electrical World", Nr. 12, 1927.) (W. 264.)

Hydraulik.

Scobey's Untersuchung des Durchflusses durch eine Betonleitung.[1])

Von Ph. Forchheimer.

Vom Spavinaw-See reicht ein 45,7 m langes Gußeisenrohr von 1,219 m Lichtweite, in welches ein Venturimesser eingebaut ist, zum Oberende eines Betonrohres von 1,524 m Lichtweite und fast 45 km Länge. An dieses schließt ein Tunnel an, der mit seinem Zulauf und Ablauf 3,05 km Länge besitzt und recht langsam durchflossen wird. Hierauf folgen bis zum Mohawk-Weiher 39,51 km Betonrohr von 1,372 m Lichtweite. An diesen Rohrleitungen nahm F. C. Scobey Messungen vor.[2]) Er benutzte zu oberst eine 10,602 km lange Betonstrecke, welche 29 Ecken von zusammen 455,7° Zentriwinkel aufweist, nämlich 2 von weniger als 5°, 2 von 5 bis 10°, 7 von 10 bis 15°, 13 von 15 bis 20°, 4 von 20 bis 25°, 1 von 28°. Die Rohre stoßen an den Ecken zusammen, sind hier von einer starken Betonhülle umgeben und noch mit Beton übergossen, während der von ihnen im Innern gebildete Winkel zwar abgerundet ist, aber kein Krümmer in Verwendung steht. Diese Bauweise wurde ihrer Wohlfeilheit wegen gewählt. Oberhalb des Tunnels liegt auch die zweite Meßstrecke, in deren oberen rund 10 km langem Teil schwache Kurven von zusammen 52,3° Zentriwinkel vorkommen — nämlich 1 von weniger als 5°, 3 von 5 bis 10°, 1 von 11½° und 1 von 18° — während die letzten rund 15 km so ziemlich geradlinig verlaufen. Unterhalb des Tunnels auf den restlichen 6,415 km ist das Gefälle ein größeres als oberhalb, daher der Rohrdurchmesser hier kleiner ist und nur mehr 1,372 m beträgt. Die Krümmungen sind hier ebenfalls nur unbedeutend. Die einzige unsichere Zahl bei der Messung war die Durchlaßmenge Q, wie dies bei den meisten Messungen an längeren Leitungen der Fall ist, doch scheint nur im Tunnel, der roh ausgemauert ist, ein erheblicher Verlust eingetreten zu sein. Die Rechnung nimmt folgende Gestalt an.

Innendurchmesser D = 4 R	Länge der Meßstrecke	Durchfluß	Geschwindigkeit U	Druckhöhenverlust	Druckhöhengefälle in Promill = 1000 J	λ in $U = \lambda R^{0,623} J^{0,5}$	n nach Ganguillet u. Kuttar	Lufttemperatur	Wassertemperatur
m	km	m³/sec	m/sec	m				°C	°C
1,524 29 Ecken	10,602	1,2515	0,686	2,176	0,2052	87,5	0,0111	14	16
1,524 Kleine Krümmung	24,657	1,2507	0,686	4,636	0 1880	91,4	0,0107	15	16
1.372 fast gerade	6,415	1,1841	0,802	1,828	0,2951	92,3	0,0106	8	12

Schließlich sei erwähnt, daß, wenn der Berechnung der λ die Formel $U = \lambda R^{0,7} J^{0,5}$ zugrunde gelegt wird, λ die Werte 94,1, 98,4 und 100,5 annimmt.

Bezüglich des Druckverlustes in den Krümmern ist man heute im unklaren, wie weit jede Krümmung den Druckverlust auf der dem Bogen nachfolgenden Strecke erhöht. Scobey führt daher die Berechnung auf zweierlei Weise durch. Der wahre Druckverlust liegt dann gegebenenfalls zwischen den nach den beiden Methoden berechneten Grenzwerten. Es war der

Druckverlust in 10,602 km + 29 Krümmungen = 2,176 m
„ „ 24,657 km + 6 Krümmungen = 4,636 m

Erste Gleichung mit (24,657 : 10,602) multipliziert:
Druckverlust in 24,657 km + 67,4 Krümmungen = 5,060 m
Gibt nach Abzug der vorhergehenden Gleichung
61,4 Krümmungen = 0,424 m
oder Druckverlust einer Krümmung = 0,00696 m
Anderseits hat man
Druckverlust in 10,602 km + 455,7° Krümmungen = 2,176 m
„ „ 24,657 km + 52,3° Krümmungen = 4,636 m
Erste Gleichung mit (24,657 : 10,602) multipliziert:
Druckverlust in 24,657 km + 1059,7° = 5,060 m
Gibt nach Abzug der vorhergehenden Gleichung
Druckverlust von 1007,4° Krümmungen = 0,424 m
oder Druckverlust für 1° Krümmung = 0,000421 m.

Scobey berechnet dann weiter den Druckhöhenverlust im Venturimesser[3]) und findet ihn = 0,286 m, welch hoher Betrag sich durch die große Geschwindigkeit in der Kehle erklärt. Es betragen nämlich die Geschwindigkeiten in der Kehle und am Auslauf des Meeres 1,953 und 0,588 m/sec. (W. 191.)

Wasserbau

Bekämpfung starker Kolkerscheinungen an der Wilson-Staumauer.

Die Wilson-Staumauer, ihrer Kubatur nach die größte Schwergewichtsstaumauer der Welt, staut den Tennessee-

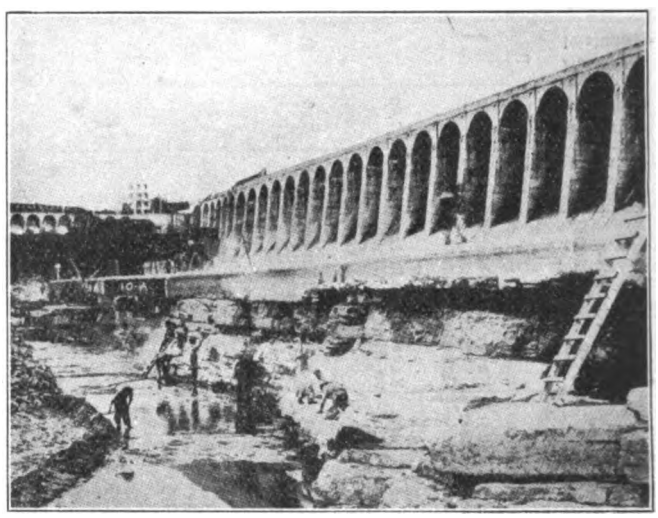


Abb. 1. Der Kolk am Wilson-Damm.

Fluß zur Gewinnung der riesigen Muscle Shoals Wasserkraft an einer Stelle auf, wo der Fluß durch die Jachson Insel in einen nördlichen und einen südlichen Arm gespalten ist. Nachdem die Staumauer im Nordarm 1924 fertiggestellt war, mußte sie 16 Monate lang den gesamten Abfluß des Flusses abführen, da zu dieser Zeit der Südarm für den Mauerbau trocken gelegt war. Als nach Fertigstellung der südlichen Mauer der Nordarm wieder trocken gelegt wurde, wurden am Ende des 30—60 m langen Absturzbodens in Beton umfangreiche und bis zu 3 Meter tiefe Auskolkungen festgestellt (Abb. 1), auf deren Vorhandensein man schon vorher durch die Bildung einer Felsbrockenbarre im Flußbett etwa 100 bis 130 m unterhalb der Mauer hatte schließen können. Der an der Flußsohle anstehende Felsen ist geschichteter Kalkstein. Die für die kurze Zeit auffallend große Erosionswirkungen werden darauf zurückgeführt, daß das mit großer Geschwindigkeit den Absturzboden überströmende Wasser

[1]) Vgl. Wasserkraft 17 (1922), S. 1.
[2]) Engineering News Record 94 (1925), S. 894.
[3]) Engineering News Record 94 (1925), S. 896, 95 (1925), S. 87, woselbst eine Zahl bezüglich des Venturimessers richtiggestellt wird.

Digitized by Google

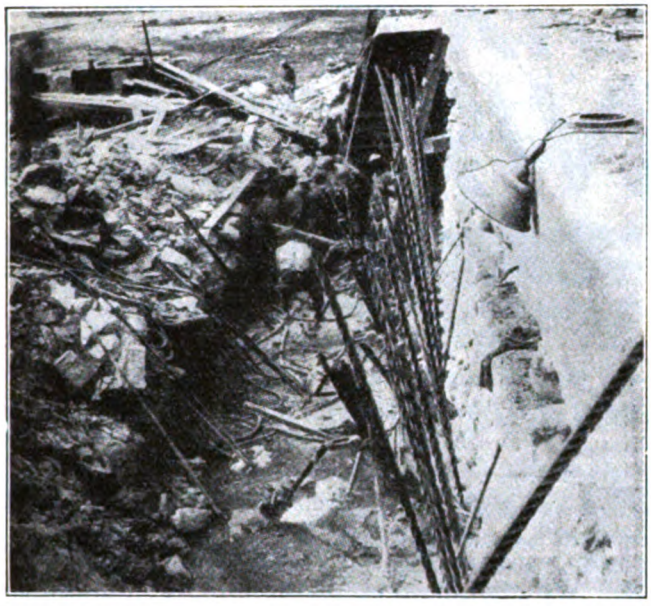


Abb. 2. Einbau der Verkleidung: Verankerungen.

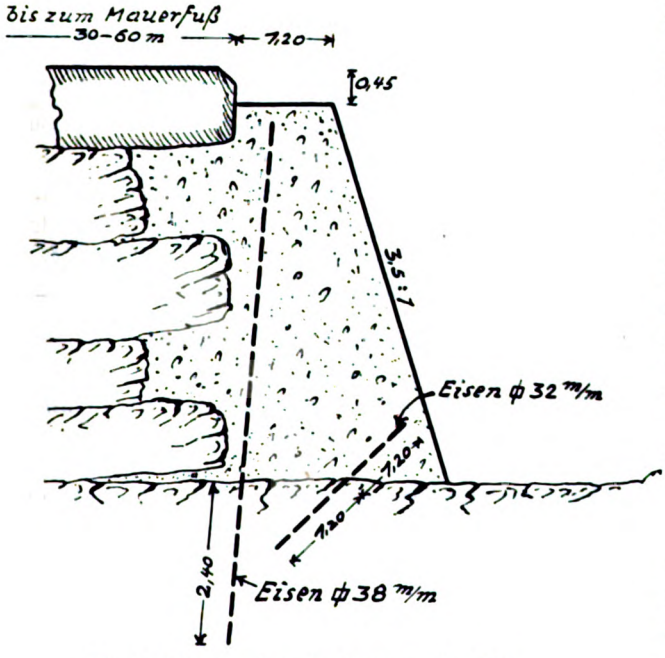


Abb. 2. Schutzwand an der Stirnseite des Kolkes.

an dessen Ende beim Verlassen desselben starke Saugwirkungen ausübte und dadurch sämtliche Klüfte von den bindenden Bestandteilen reinigte, wodurch ein Loslösen und Fortführen einzelner Blöcke ermöglicht wurde. Um ähnliche Saugwirkungen in Zukunft zu verhindern, verzichtete man auf ein Ausfüllen der Kolke, vielmehr erstellte man am Ende des Absturzbodens an der Stirnseite der Kolkgrube eine starke Verkleidungsmauer in Beton nach Abb. 3, nachdem man vorher alle Klüfte der Rückwand und der anschließenden Sohle sorgfältig durch Bohrlöcher mit Zementeinspritzung gedichtet hatte. Gegen Ueberkippen und Gleiten wurde diese Mauer durch senkrechte und schräge in Bohrlöcher verankerte, schraubenähnlich verdrehte Vierkanteisen nach Abb. 2 und 3 gesichert. Die gesamten in einem Monat fertiggestellten Ausbesserungsarbeiten kosteten 88 000 Dollar. (W. 137.)

(„Engineering News Record", Vol. 98, Nr. 5, v. 3. 2. 27.) Ge.

Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite VIII.

Buchbesprechungen

Karte der Elektrizitätsversorgung Deutschlands, herausgegeben von der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V., Berlin SW, Wilhelmstr. 37. (Preis der 4 Blätter 75 RM.).

Die nach dem Stand vom Oktober 1926 herausgebrachte 7. Auflage kann Anspruch darauf erheben, für das erschöpfendste Werk seinesgleichen angesprochen zu werden.

Jeder Interessent wird aus der überaus einfachen und übersichtlichen Anordnung der Karten mit Leichtigkeit und großem Interesse entnehmen, wo sich die Werke der elektrischen Krafterzeugung befinden, wie groß die gesamte Maschinenleistung der Werke ist und vieles andere mehr.

Man hat zunächst Deutschland als großes Versorgungsgebiet in drei wichtige Bezirke eingeteilt, die durch verschiedene Farben augenfällig gekennzeichnet sind, und zwar in Gebiete, die durch Unternehmungen der öffentlichen Hand ferner durch solche privatwirtschaftlicher und letzten Endes gemischtwirtschaftlicher Natur versorgt werden.

Der großen Bedeutung entsprechend, die diesem Kartenwerk beizulegen ist, wurde neben der Begrenzung der Absatzgebiete eines jeden Kraftwerkes auch noch eine Unterteilung in Kraftwerke mit eigenen und ohne eigene Versorgungsgebiete vorgenommen. Besonders hervorgehoben sind noch die Verteilwerke sowie die Umspann-, Schalt- und Umformerwerke.

Hat das Kartenwerk schon große Bedeutung für die Kreise, die sich enger mit Elektrizitätswirtschaft beschäftigen, so muß auch darauf hingewiesen werden, daß es auch für alle privaten Unternehmungen, die sich in irgendeiner Art und Weise mit Stromaustausch oder Lieferung von Maschinen und Apparaten an die Elektrizitäts-Unternehmungen und Stromabnehmer befassen, von außerordentlicher Wichtigkeit ist, denn die universale Bedeutung dieser Karte liegt darin, daß sie für weite Kreise durchaus brauchbar ist, da man die Stromversorgung leicht von einer ganzen Reihe von Gesichtspunkten aus beurteilen kann.

(W. 232.) Dipl.-Ing. H. Kegelmann.

Die Großstromversorgung Deutschlands. Von Dr.-Ing. Vent. 21 Seiten mit 14 Tafeln Abb. Essen 1926. G. D. Baedecker Verlag. Preis brosch. M. 1.50.

Dieser Einleitungsvortrag auf der Höchstspannungstagung in Essen bietet an Hand der beigegebenen Karten der Versorgungsgebiete der einzelnen deutschen Großstromversorgungen ein abgerundetes Bild über die Energiebelieferung, die Hauptkraftzentralen und deren gegenseitige Verbindung in knapper Form. Die Schrift zeigt anschaulich die Bildung der zum Teil noch voneinander unabhängigen Elektrizitätswirtschaftsbezirke und gibt besonders bei den vielen Erörterungen über die Vereinheitlichung der deutschen Energieversorgung gute Informationen. Zu bedauern ist in diesem Zusammenhang nur, daß die Karte der Tafel 12 der Energieversorgung Deutschlands an den Reichsgrenzen Halt macht und die darüber hinausreichenden bestehenden Verbindungen und deren weitere Möglichkeiten unberücksichtigt läßt.

(W. 923.) Ing. C. Reindl.

Wissenschaftliche Vorträge, gehalten auf der Hochschul-Tagung 1926 der Technischen Hochschule München. Herausgegeben vom Bund der Freunde der Technischen Hochschule München. 36 Seiten 19,5×27 cm, im Selbstverlag des Bundes der Freunde der Technischen Hochschule München.

Wie alljährlich hat der Bund auch die bei seiner Tagung im Dezember 1926 gehaltenen fachwissenschaftlichen Vor-

Digitized by Google

träge im Druck erscheinen lassen. Im Mittelpunkt dieser Vorträge steht als Zeitfrage der mit ganz außerordentlichem Beifall aufgenommene Vortrag von Dr. Friedrich Bergius über die Umwandlung der Kohle in Oel vermittels Hydrierung, eine Uebersicht über den Entwicklungsgang, die Erfolge und Möglichkeiten seiner bisherigen Lebensarbeit. — Geh. Baurat Dr. ing. e. h. Lippart sprach über Persönlichkeit und technisches Schaffen in überzeugender Weise. — Fein durchdacht waren die Ausführungen von Prof. Dr. Faber über die Stellung der Mathematik im Geistesleben, der die Bedeutung dieser Wissenschaft würdigte und den Hang der Zeit nach einer gewissen geistigen Schwärmerei auf die reellen Bahnen verwies. — Die Vortragsreihe beschloß Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Fischer mit eingehenden Darlegungen über Blutfarbstoff und Parphyrine.

(W. 235.) Ing. C. Reindl.

Vereine — Versammlungen.

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik.

19. Hauptversammlung

am **Donnerstag, den 27. Oktober 1927** zu **Berlin** im großen Hörsaal des Langenbeck-Virchow-Hauses, Luisenstr. 58/59, (Nähe des Ingenieurshauses).

Zeitplan:

Donnerstag, den 27. Oktober 1927

12 Uhr: Vorstandsitzung (nur für Vorstandsmitglieder);

15 Uhr: Geschäftlicher Teil (im großen Hörsaal des Langenbeck-Virchow-Hauses), nur für Verbandsmitglieder:

1. Bericht des Vorstandes,
2. Bericht des Kassenführers,
3. Neuwahlen zum Vorstand,
4. Verschiedenes;

16 Uhr: Wissenschaftlicher Teil (im großen Hörsaal des Langenbeck-Virchow-Hauses):

1. Die Kinemathik der plastischen Formänderungen, von Prof. Nádai, Göttingen;
2. Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung, von Prof. Dr.-Ing. Ludwik, Wien;
3. Grundlagen der theoretischen Festigkeitslehre, von Prof. Dr.-Ing. Enßlin, Eßlingen;

19.30 Uhr: Gemeinsames Abendessen mit Damen im Bankettsaal des Weinhauses „Rheingold" am Potsdamer Platz. (Trockenes Gedeck M. 5.—)

Deutsche Patentschau.

Zusammengestellt von Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Wolff, Berlin SW 68, Alexandrinenstraße 1.

Letzter Tag des Einspruches: 29. November 1927.

59 a, 29. A. 47971. Aktienges. d. Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich, Schweiz. Druckleitung für Pumpwerke. 11. 6. 26. Schweiz 1. 6. 26.

59 e, 3. E. 32805. Fritz Egersdörfer, Charlottenburg 4, Goethepark 5. Zahnradpumpe; Zus. z. Anm. E. 28552. 16. 7. 25.

59 e, 3. R. 67303. Dipl.-Ing. Carl Rothermund, Frankfurt a. M. West, Falkstr.. 19 m. Vorrichtung zur Leistungsänderung von Zahnradpumpen. 1. 4. 26.

59 e, 8. A. 49396. Aktienges. Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz. Drehkolbenpumpe bzw. -Verdichter mit schlauchartigem Hohlkörper für den Arbeitsraum. 18. 2. 26.

84 a, 3. M. 91968. Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen. Drehbares Schütz mit mechanischem Antrieb. 6. 11. 25.

85 c, 3. W. 71631. Wasser- und Abwasser-Reinigung G.m.b.H. Neustadt a. H., Schlammfaulraum mit über dessen Füllhöhe sich erhebender Gashaube. 28. 1. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 6. Dezember 1927.

85 c, 3. P. 51414. Dr.-Ing. Max Prüß, Essen, Semperstraße 6. Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung 5. 10. 25.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unserer Zeitschrift liegt Prospekt der Buderus'schen Eisenwerke, Wetzlar bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Gründung eines sächs. Wasserkraftverbandes.

Die lokalen Triebwerksverbände im Gebiete des Freistaates Sachsen haben sich am 26. Juli 1927 zu einem zentralen Sächsischen Wasserkraftverband unter weiterer Beibehaltung ihrer eigenen Selbständigkeit zusammengeschlossen. Die Eintragung in das Vereinsregister steht bevor. Bis dahin fungieren als interimistischer Vorstand die Herren:

1. Direktor Bokemeyer, Kupferhammer-Grünthal, Vorsitzender;
2. Komm.-Rat Bretschneider, Wolfsgrün/Sa., stellv. Vorsitzender;
3. Oberingenieur Zschörnig, Greußnig/Sa., Beisitzer;
4. Ingenieur Günther, Lauenstein/Sa., Beisitzer.

Die Geschäftsführung liegt in den Händen des Herrn Dr. Grieger, der gleichzeitig Geschäftsführer der Vereinigung Westsächsischer Wassertriebswerkbesitzer e. V. ist. (W 262)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.

Textbeiträge an Geh. Baurat D.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.–. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 21 1. NOVEMBER 1927

Aus dem Inhalt: Die Druckluftarbeiten beim Entnahmebauwerk des Achenseewerkes. / Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz. / Ein Speichervorschlag für die Stadt Rosenheim. / Rundschau: Berichterstattung in der Tagespresse. / Pumpenspeicheranlage Herdecke. / Wasserkraftnutzung in der Tschechoslowakei. / Große Fortschritte im Wasserkraftausbau in Kanada. / Wasserkraftwerke ohne Hochbau. / Literatur. / Zeitschriftenschau. / Buchbesprechungen. Deutsche Patentschau. / Gründung eines wasserwirtschaftlichen Ausschusses beim Bayerischen Industriellenverband.

Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes.

Von Ingenieur Ernst Hamberger, zugeteilt der Bauleitung der Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. für das Achenseekraftwerk.

Allgemeines.[1])

Das Achenseekraftwerk nützt die rund 400 m hohe und steile Gefällsstufe zwischen dem Achenseespiegel und dem Inntale bei Jenbach mit einer größten Betriebswassermenge von 25 m³/Sek. unter Heranziehung des natürlichen Seebeckens zur Wasseraufspeicherung aus. Abb. 1 zeigt das Schema des Kraftwerkes. Im ersten Ausbau, der abgeschlossen und Mitte September d. J. in Betrieb genommen wurde, kamen die Seesperre, das Entnahmebauwerk, die Wasserführungsanlagen, das Krafthaus mit 54 700 installierten PS, der Unterwasserkanal und verschiedene Nebenanlagen zur Ausführung. Hierbei wird eine durchschnittliche Jahreswassermenge von rund 3 m³/Sek. ausgenützt. Der weitere Ausbau besteht in der Einleitung des Ampelsbaches, der unterhalb Achenkirch in die Seeache mündet, mittels eines offenen Kanales und einiger mächtiger Quellen, die bei Achenkirch entspringen, mit Hilfe eines Pumpwerkes. Durch diese Maßnahme, deren Ausführung bereits in Angriff genommen ist, wird die durchschnittliche Jahreswassermenge auf rund 5 m³/Sek. erhöht. Das letzte Baustadium sieht die Errichtung eines künstlichen Stauweihers im Ampelsbachtale vor, durch welchen der nutzbare Speicherraum des Seebeckens, der bei 5 m Spiegelabsenkung 36 Mill. m³, bei 10 m Spiegelabsenkung 66 Mill. m³ beträgt, um weitere 10 Mill. m³ vermehrt werden könnte. Der im Gange befindliche Vollausbau des Werkes erhöht die installierte Maschinenleistung mit Rücksicht auf die Stromlieferung an das Bayernwerk auf 124 000 PS, von welchen 32 000 PS zur Erzeugung von Emphasenstrom zum Betrieb einiger Teilstrecken der österreichischen Bundesbahnen und der Rest von 92 000 PS zur Drehstromerzeugung für die Allgemeinversorgung dienen.

Den technisch interessantesten und schwierigsten Teil der nunmehr abgeschlossenen Bauarbeiten bildete die Herstellung des Entnahmebauwerkes unter Verwendung von Druckluft, der im nachfolgenden eine eingehende Würdigung erfahren soll.

Projekt.

Obwohl vorläufig in Aussicht genommen ist mit einer Absenkung des Sees um max. 5 m unter den Nullpegel (Kote 928.85) das Auslangen zu finden, wurden doch alle baulichen Einrichtungen so getroffen, daß die Absenkung bis auf 10 m unter Nullpegel fortgeführt werden kann und mußte daher die Möglichkeit einer Wasserentnahme in entsprechender Tiefe unter dem Seespiegel geschaffen werden. Nach einigen Projektsentwürfen, die dies mittels Heberleitung bzw. mittels eines Entnahmebauwerkes in offener Baugrube erstellt, anstrebten, wurde für die Ausführung des Bauwerkes schließlich die pneumatische Fundierung eines Entnahmerohres, das mittels Caissons in die entsprechende Tiefe in den Seegrund versenkt werden sollte, gewählt. Für den Zusammenschluß dieses Rohres mit dem, im Berge gleichzeitig eine gewisse Strecke bergmännisch in Freiluft, weiterhin bis gegen die

[1]) Siehe auch Heft Nr. 24 unserer Zeitschrift, Jahrgang 1926, S. 293.

Digitized by Google

Felsgrenze, unter Druckluft zu erstellenden Stollen wurde ein mittels Schildvortrieb hergestelltes Stollenrohr projektiert.

Entsprechend der oberflächlichen Bodengestaltung und den geologischen Aufschlüssen unter dem Seespiegel bzw. am Berghang, die in der Hauptsache durch Fallmeißelbohrungen[2]) erhalten wurden, war für die caissonierte Strecke eine Rohrlänge von 127 m, für die Schildstrecke eine Länge von 35 m und für die Druckluftstrecke eine Länge von 100 m vorgesehen. Die mittels Caissons in den Seegrund abzusenkende Röhre war in ihrem mittleren Hauptteil im Kalkmoränenmaterial, ihre beiden Enden tiefer in die unter der Kalkmoränenschichte liegenden Innschotter, das ist Urgesteins-

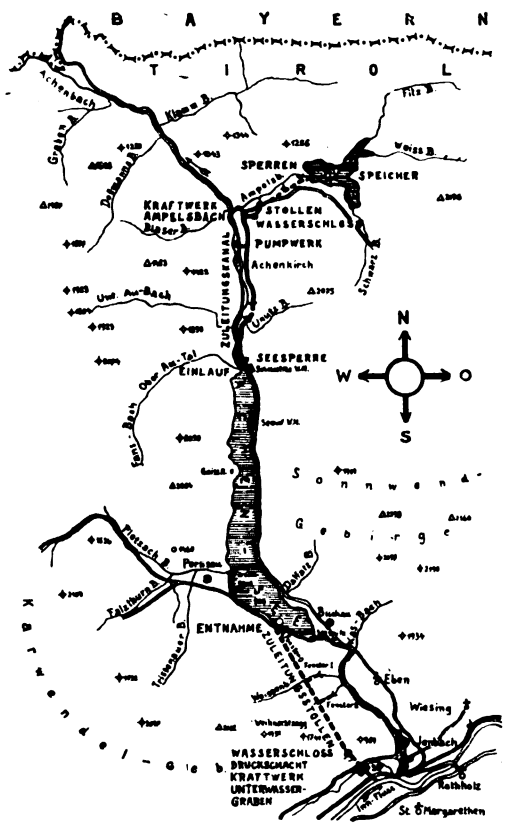


Abb. 1. Schema des Achenseekraftwerkes.

schotterschichte, zu gründen, wodurch sich für die Caissons Absenkungstiefen von 17 bis 22 m unter den Seewasserspiegel ergaben. Die Caissons hatten hierbei, je nach ihrer Entfernung vom Ufer nach Durchfahrung der entsprechenden Wassertiefe, eine Schicht Schlamm (Seekreide) von 1 bis 4 m Stärke, weiter Kalkmoräne und je nach ihrer Gründungstiefe noch Innschotter zu durchfahren. Mit dem Schild sollte vom bergseitigen Rohrende des caissonierten Teiles bis zum gewachsenen Fels des Ufergebirges, das sich bei den Bohrungen als Kalkrauhwacke ergab, die dem Fels vorgelagerte Innschotterschichte durchfahren werden, deren Stärke durch die Probebohrungen mit ungefähr 33 m festgestellt worden war. Das Projekt sieht ferner vor, den Schild sicherheitshalber noch einige Meter in den Fels hinein vorzutreiben, dort abzustellen und abzutragen. Bis zu dieser Stelle sollte gleichzeitig von der Bergseite her der Stollen bergmännisch, jedoch unter Verwendung von Druckluft, in der Kalkrauhwacke, die als stark wasserführend angenommen wurde, vorgetrieben werden. Dort war auch der Zusammenschluß unter Druckluft geplant.

2) Dr. Otto Ampferer, „Ueber die geologischen Verhältnisse des Achensees und die beim Bau des Achenseekraftwerkes geschaffenen Aufschlüsse", Verlag der Tiroler Wasserkraftwerke A.G., Innsbruck.

Der Querschnitt des Rohres wurde kreisrund und der größten Wasserentnahme von 25 m³/Sek. gemäß mit dem lichten Durchmesser von 2,60 m vorgesehen, was eine Durchflußfläche von 5,30 m² ergibt. Das Rohr sollte das Gefälle, wie der übrige Stollen, nämlich 5‰ erhalten. Am seeseitigen und am bergseitigen Rohrende der caissonierten Rohrstrecke sind in turmartigen Aufbauten die Betätigungsvorrichtungen für die an diesen Stellen einzubauenden Absperrorgane vorgesehen.

Bauausführung.

Die Projektierung sowie die Bauausführung des Entnahmebauwerkes, das ist des unter Verwendung von Druckluft zu erstellenden Teiles des Achenseekraftwerkes, wurde von der Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. als Bauherrn, im Rahmen des Bausyndikates für den Bau des Achenseekraftwerkes Z. I. Innerebner & Mayer, Innsbruck, A. Porr, Betonbauunternehmung G. m. b. H., Wien und Unionbaugesellschaft, Wien, der Spezialunternehmung für Druckluftgründungen Ed. Locher & Cie., Zürich, übergeben. Diese nahm die Arbeiten Anfang September 1925 auf und beendete sie programmgemäß im Juni 1927.

Baueinrichtungen (Abb. 2).

Für die Versorgung mit Druckluft kamen 5 Kompressoren mit einer Gesamtleistung von 30 m³/Min. angesaugter Luft zur Aufstellung, was bei einem größten Mannschaftsstand je Schicht von 60 Mann unter Druck je Mann und Stunde 30 m³/Min. Luft gewährleistete. Die 5 Kompressoren waren in drei Gruppen zusammengefaßt, welche getrennt arbeiten konnten. Mit dieser Einrichtung wurde für die Caissonierungsarbeiten das Auslangen gefunden. Für den Schildvortrieb wurde dann ein weiterer Kompressor mit einer Leistung von 10 m³/Min. aufgestellt und zur Ergänzung der notwendigen Luftmenge auch fallweise die Preßlufteinrichtung am Mundloch des benachbarten Hilfsstollen mit einer Ansaugeleistung von 8 m³ Luft je Minute herangezogen, so daß max. 48 m³ Luft je Minute zur Verfügung standen und verwendet wurden. Für die Arbeiten im Druckluftbetrieb und für Beleuchtungszwecke in den Caissons und im Schild stand eine Gleichstromanlage von 30 PS Leistung in Verwendung. Im übrigen Baubetrieb wurde Drehstrom 380/220 V verwendet. Die Maschinenanlage wurde späterhin durch eine Preßwasserpumpe (max. Druck 400 at) für den Schildvortrieb ergänzt. Das Preßwasser wurde von dort in einer entsprechenden, etwa 100 m langen Rohrleitung den sechs Schildpressen zugeführt.

Um bei Versagen der allgemeinen Versorgung des Baubetriebes mit elektrischer Energie, die mittels einer 5 kV-Freileitung von einer bestehenden Wasserkraftanlage bezogen wurde, die Druckluftarbeiten nicht zu gefährden, wurde eine Dieselanlage, bestehend aus 4 Aggregaten, die über eine Welle auf zwei Generatoren arbeiteten, mit einer Gesamtleistung von 210 PS aufgestellt. Diese Anlage hatte jederzeit betriebsbereit zu sein, stand jedoch normalerweise in Reserve.

Für den Caissonbetrieb selbst standen drei Schleusen in Verwendung, die gleichzeitig als Personen- und Materialschleuse dienten. Die Schleusen hatten einen Innendurchmesser von 1,70 m und eine Höhe von 2,20 m, also einen Luftraum von zirka 4,5 m³ nach Abzug der verschiedenen Einbauten. Laut Vorschreibung der Aufsichtsbehörden durften diese Schleusen gleichzeitig von nicht mehr als je sieben Mann benützt werden. Pro Caisson wurde eine Schleuse verwendet, von welcher man durch einen Kamin ⌀ 80 cm, der im oberen Teil als Eisenrohr, im unteren rund 7 m langen Teil als eisenbewehrtes Betonrohr ausgeführt war,

Digitized by Google

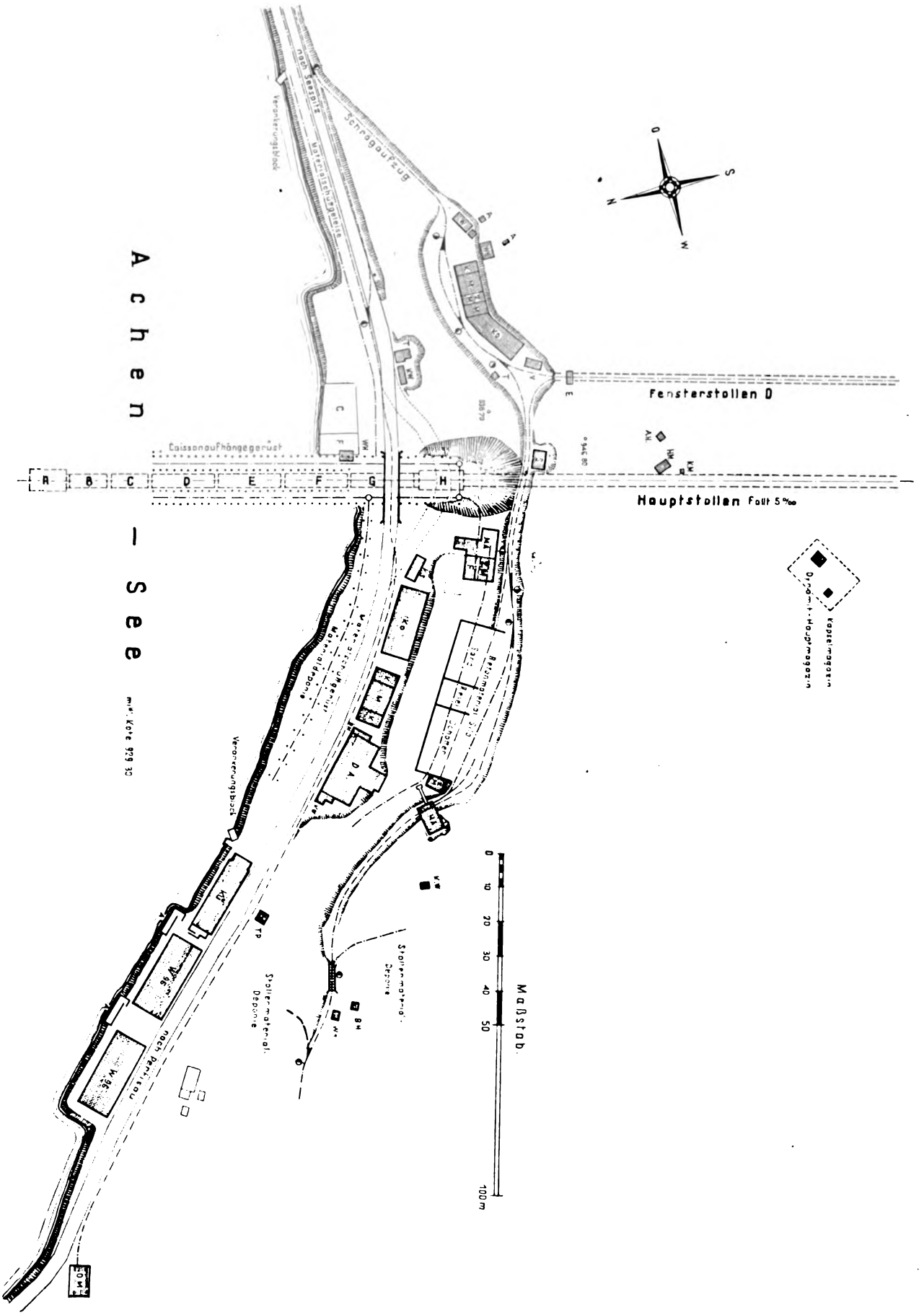


Abb. 2. Lage- und Baueinrichtungsplan für das Entnahmebauwerk.

Digitized by Google

über einer Steigleiter in den Caisson gelangen konnte. Für die Beförderung des Aushubmaterials war in den Schleusen je ein elektrisch betriebenes Windwerk, mit welchem das Material vom Caisson durch den Kamin in Kübeln in die Schleuse aufgezogen und je zwei Materialtaschen, in die das Material gekippt und ausgeschleust wurde, eingebaut. Im Winter wurden die Schleusen elektrisch geheizt, im Sommer mit Strohmatten überdeckt und mit Wasser begossen, um die Temperaturen im Schleusenraum in erträglichen Grenzen zu halten. Trotzdem wurden im Sommer im Schleusenraum ausnahmsweise höchste Temperaturen von 45° C gemessen. Für die Zubringung des Betons sind eigene Betonschleusen, die unterhalb der oben genannten Schleusen in den Kamin eingebaut wurden, verwendet worden.

Der Beton wurde mittels einer Sonthofener Rührmischmaschine von 360 l Kübelinhalt bereitet. Als Betonzuschlagsmaterial wurde sortiertes Stollenausbruchsmaterial verwendet.

Erstellung der caissonierten Stollenröhre:

Für die Erstellung der caissonierten Stollenröhre wurde die Gesamtlänge von 127 m in acht Teile geteilt und jedes dieser Rohrstücke getrennt auf der Decke eines eisernen Caissons über dem Wasser in Eisenbeton hergestellt, an den beiden Enden durch provisorische Mauern gegen eindringliches Material, aber nicht wasserdicht abgeschlossen und hierauf abgesenkt. Als Zement kam Spezialzement zur Anwendung, der eine Ausschalung der betonierten Bauteile nach 24 Stunden ermöglichte. Zwischen diesen Rohrstücken wurden Fugen von je 1 m Breite gelassen, über deren Schließung im weiteren noch berichtet wird. Die acht Caissons (Abb. 12) sind von der Seeseite her fortlaufend mit den Buchstaben A—H bezeichnet: Ihre Grundrisse haben folgende Ausmaße:

Caisson A	11 m × 6 m	= 66 m²
„ B, C	11 m × 4 m	= 44 m²
„ D, E, F, G	18.50 m × 4 m	= 74 m²
„ H	13 m × 5.60 m	= 72.80 m²

Die Höhe der Arbeitskammern betrug in allen acht Caissons 2,10 m, es konnte also auch bei einer Rigolentiefe von 20—30 cm noch bequem darin gearbeitet werden. Die acht Caissons wurden von der Eisenkonstruktionswerkstätte Jg. Gridl, Wien, in Teilen auf die Baustellen geliefert und über jenen Stellen, an welchen sie versenkt werden sollten, zusammengebaut. Die beiden landseitigen Caissons H und G wurden vom festen Boden, die daran anschließenden F bis D von einem hölzernen Gerüst aus und die drei seeseitigen C bis A von einer Schiffsbatterie aus abgesenkt. Die Erstellung eines Gerüstes für die Absenkung der drei letztgenannten Caissons war infolge zu großer Wassertiefe und demzufolge zu langer Tragpfähle unwirtschaftlich und unsicher.

Als erster Caisson kam der Caisson G zur Absenkung. Da dieser die bestehende Gemeindestraße Maurach—Pertisau quert, mußte diese vorher gegen den Berg hin verlegt werden. Abb. 3 zeigt den Caisson etwa 1 m abgesenkt und die darauf ruhende Stollenröhre in Schalung begriffen. Dieser Caisson wurde vorerst soweit abgesenkt, daß man die Straße wieder rückverlegen konnte. In dieser Lage verblieb er dann längere Zeit, währenddessen die bergwärts und seewärts anschließenden Caissons H und F bis D zur Absenkung gelangten. Bei der Absenkung einzelner Caissons, insbesonders jener, die eine beträchtliche Materialtiefe zu durchfahren hatten, ergaben sich besonders bei den Caissons F und G größere Schwierigkeiten. Es zeigte sich, daß infolge des fortwährenden Nachrutschens des Moränenmaterials in die Caissonrigole die Reibungswiderstände trotz stark

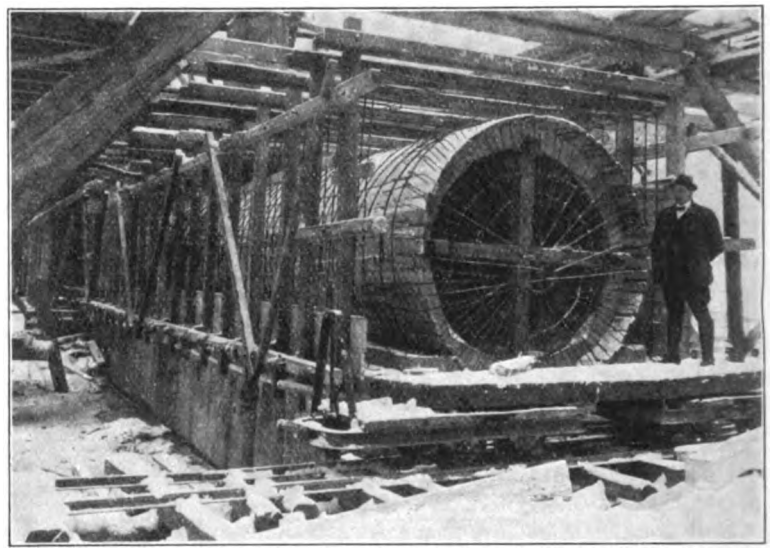


Abb. 3. Stollenröhre über Caisson G, geschalt und armiert. Stand Mitte November 1925.

konischem Anzug der Caissonwandungen und zurückgesetzter Rohrmauerung gegenüber dem Gewicht größer wurden, als man angenommen hatte, weshalb sich der Arbeitsfortschritt verringerte. Während bei den Caissons H, E und D die mittlere Absenkung je Schicht in der Moräne 10,6 cm war, betrug diese beim Caisson F nur 8 cm und G nur 7,7 cm. Bei freigelegter Caissonschneide und angeblasener Arbeitskammer lassen sich diese Reibungswiderstände etwa wie folgt berechnen, wenn man den Widerstand über ¾ der an das Material grenzenden Mantelfläche des Caissons samt Aufbau gleichmäßig verteilt annimmt.

Caisson	Gewicht samt Material über dem Rohr unter Wasser t	¾ der Mantelfläche m²	spez. Reibungswiderstand t/m²
H	820	262	kleiner als 3,13
G	670	245	ähnlich 2,74
F	590	225	ähnlich 2,63
E	530	210	kleiner als 2,52
D	290	190	kleiner als 1,53
C	160	105	kleiner als 1,52
B	75	60	kleiner als 1,25
A	145	135	kleiner als 1,07

Hieraus ergibt sich, daß der Reibungswiderstand des Moränenmaterials maximal etwa 0,25 kg/cm² betragen haben dürfte.

Abb. 4 und 5 zeigen die Entwicklung typischer Caissonaushubsprofile, Abb. 4 einen Schnitt durch Caisson G in seiner Tiefstlage. Dieser Caisson hatte nur Moränenmaterial zu durchfahren, von dem sehr viel in seine Arbeitskammer eingezogen werden mußte, da sich die Böschungen im Mittel etwa im Verhältnis 1 : 2 einstellten. Durch diese Beweglichkeit des Materiales wurde auch das Caissonaufhängegerüst an dieser Stelle stark in Mitleidenschaft gezogen. Die Pfähle zeigten Setzungen bis zu 2 m. Im Bereiche des Caissons F waren die Aushubsprofile noch ganz ähnlich beschaf-

Digitized by Google

fen, obwohl an dieser Stelle die Moräne schon von einer 1—3 m starken Schlammschicht überlagert ist. Dort wurden die Pfähle der inneren Reihen, wenn sie nicht zeitgerechnet abgeschnitten worden waren, durch den Materialschub bei den unteren Längszangen abgebrochen, während die Pfähle der äußeren Reihen starke Setzungen zeigten.

Ganz anders sehen die Profile im Bereiche des Caissons D aus (Abb. 5). Dort ist die Moräne von einer etwa 4 m starken Schlammschichte überlagert. Diese böschte sich meist steiler als 1 : 1, die Böschungen standen zum Teil, hauptsächlich infolge des vielen eingelagerten Holzes, senkrecht. Diese Böschungen, die allerdings vor dem Einfluß des Wellenschlages und des Wetters geschützt sind, da sie tief unter dem Wasserspiegel liegen, sind auch jetzt, also ungefähr 1 Jahr später, zum Teil noch erhalten. Die Pfähle der äußeren Reihen zeigten dort keine Setzungen, während die der inneren Reihen zeitgerecht abgeschnitten worden waren. Da die geschilderten Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade vorausgesehen worden waren, ist das Caissonaufhängegerüst von Anfang an so ausgeführt worden, daß nach dem Ablassen der Caissons und deren Absetzen auf festem Boden die innere, tragende Pfahlreihe herausgenommen werden konnte und lediglich noch die äußere Reihe das nachher nur noch zum Materialtransport dienende Gerüst trug, Abb. 6.

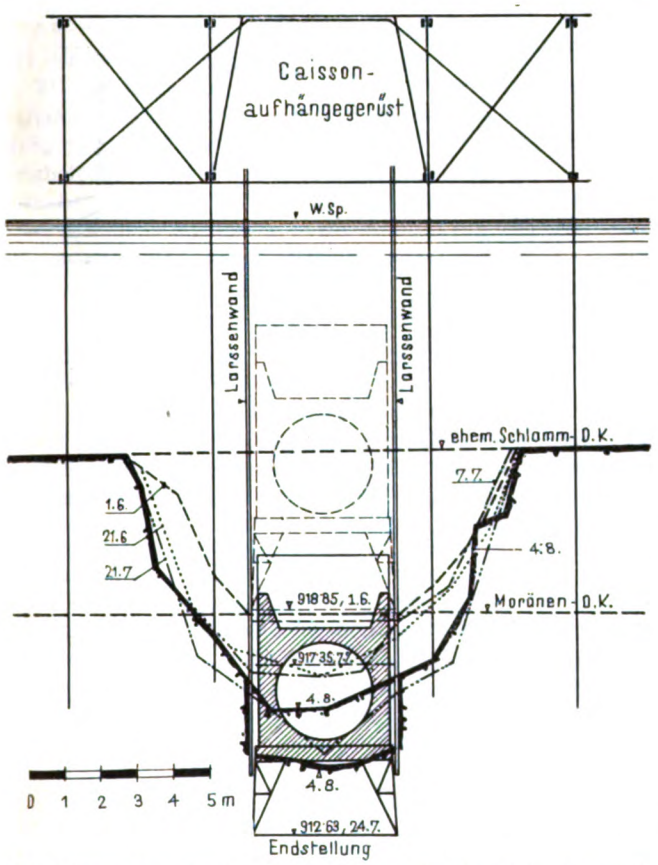


Abb. 5. Entwicklung der Caisson-Aushubsprofile im Bereich des Caisson D. Schnitt in Fuge C—D. Caissons C und D in Tiefststellung.

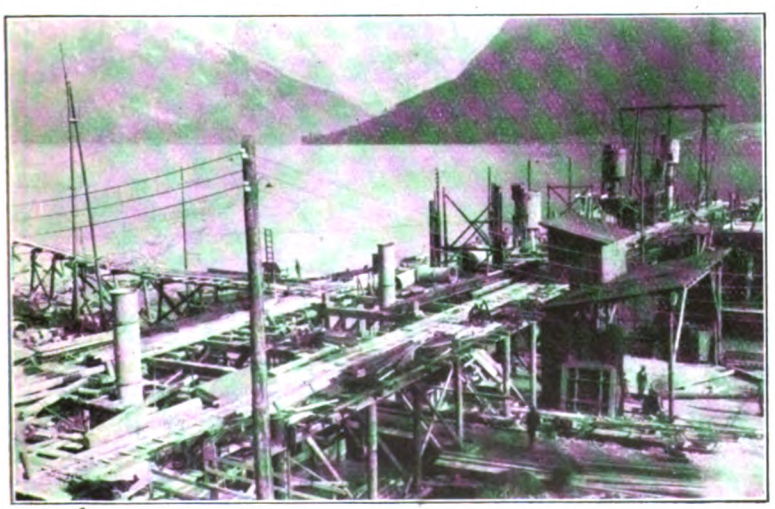


Abb. 6. Übersicht über das Caissonaufhängegerüst. Caison D, E und F in Betrieb. Stand Mitte März 1926.

Das Verhältnis zwischen dem praktischen und theoretischen Ausmaß der Caissonaushubskubatur stellte sich im Bereiche der

Caissons H—E auf $\frac{7700}{5100} = 1{,}51 : 1$

Caissons D—A auf $\frac{3000}{2200} = 1{,}36 : 1$

insgesamt auf $\frac{10700}{7300} = 1{,}47 : 1$

Anfangs März 1926 war der Bau der Schiffsbatterie, die für eine Tragfähigkeit von 200 t bei 50 cm Freibord gebaut wurde, beendet und konnte daher der Caisson C auf der Batterie montiert werden. (Abb. 7). Die beiden letzten Caissons B und A wurden auf festem Boden zusammengebaut und fertiggestellt auf die Batterie geschoben. Bei der Absenkung der Caissons C und B trat der ungünstigste Belastungsfall der Batterie in jenem Zeitpunkte ein, in dem der Caisson mit der eben fertigbetonierten Stollenröhre, die Röhre also oberhalb des Wassers, an der Batterie hing. Bei Abgehen der Luft aus der Arbeitskammer wäre die Batterie in diesem Baustadium mit 230 t belastet worden, so daß sich das Freibord um 19 cm verringert hätte. In allen anderen Baustadien war die Belastung eine geringere, so z. B. bei vollständig eingetauchter Stollenröhre und nicht angeblasener Arbeitskammer 170 t.

(W. 207.) (Fortsetzung folgt.)

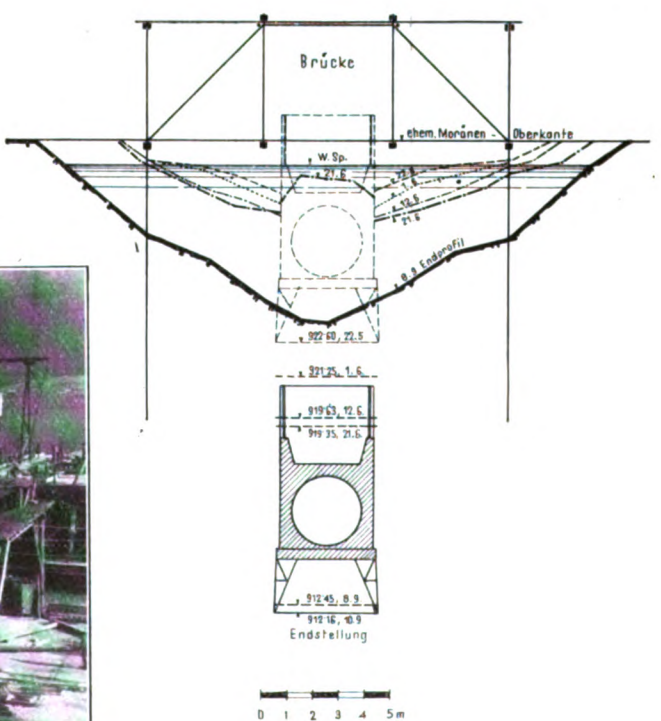


Abb. 4. Entwicklung der Caisson-Aushubsprofile im Bereich des Caisson G. Schnitt durch Caisson G in seiner Tiefstlage.

Digitized by Google

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz.

Vortrag, gehalten anläßlich der ordentl. Hauptversammlung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes am 25. April 1927 von Professor Heinrich Heiser, Dresden.

(Fortsetzung von Heft 20, Seite 275.)

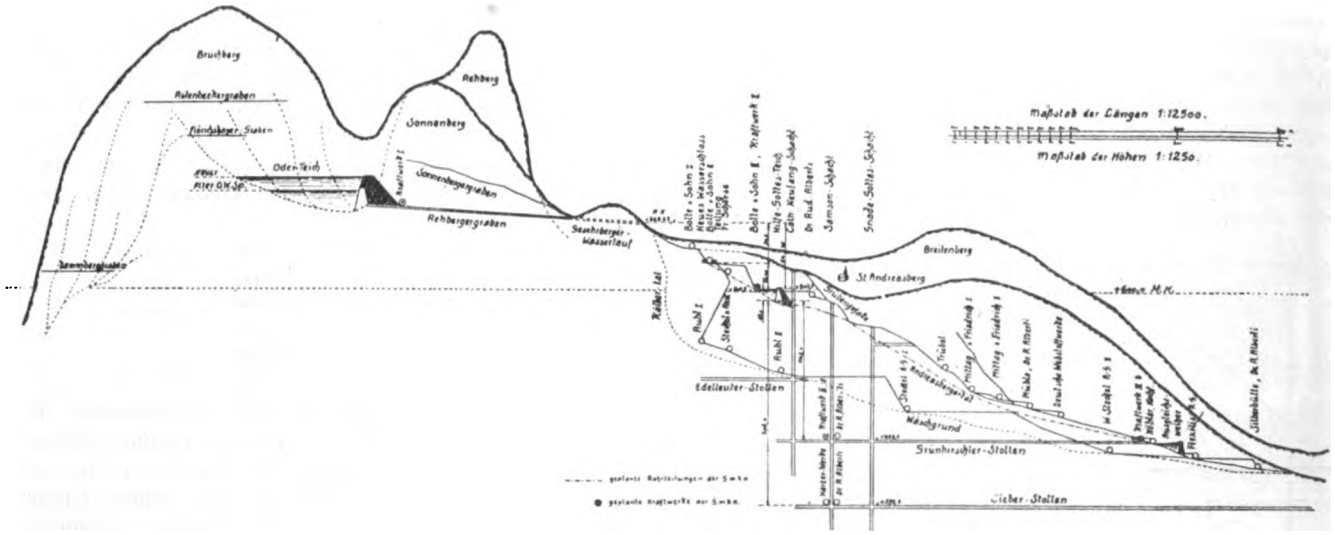


Abb. 4. Höhenplan der Wasserwirtschaft des St. Andreasberger Bezirks.

III. Bisherige Entwicklung der Pläne für den Ausbau der Wasserwirtschaft des Harzes.

Ehe ich mich den Plänen zuwende, die jetzt im Harze zur Ausführung kommen sollen oder von denen wir es bestimmt hoffen können, lassen Sie mich in Kürze Ihnen einen Ueberblick über die bisherige Entwicklung dieser Pläne geben.

1. Die alte Oberharzer Wasserwirtschaft. Es ist natürlich, wenn ich hierbei zunächst auf die alten Wasserwirtschaftsanlagen des Oberharzes hinweise, zumal sie ja besondere Berücksichtigung verlangen. Als Gewährsmann für meine Angaben dient mir der wohl beste Kenner des Oberharzes, Herr Regierungs- und Baurat Paul Ziegler-Clausthal.

Unterschieden wurden entsprechend den Bergbaugebieten zwei durch den Bruchberg getrennte Wasserwirtschaftsgebiete:

1. Das durch den Oderteich und den Rehbergergraben versorgte Wasser-Wirtschafts-Gebiet von St. Andreasberg. Nachdem der Bergbau in diesem Gebiet 1911 wegen Unergiebigkeit aufgelassen war, wurden die vom Forstfiskus verwalteten Wasserkräfte meist nach langfristigen Verträgen Privaten zur Nutzung überlassen. (Abb. 3 u. 4.)

2. Das Wasserwirtschaftsgebiet der Clausthaler Hochebene, dessen natürliche Abflüsse, verstärkt durch die vom sog. Dammgraben-System aus fremden Gebiet zugebrachten Wassermassen, nach Grund und Lautenthal unterirdisch abgeleitet werden, ehe sie wieder natürlichen Vorflutern, der Innerlte und Söse übergeben werden. (Abb. 5.)

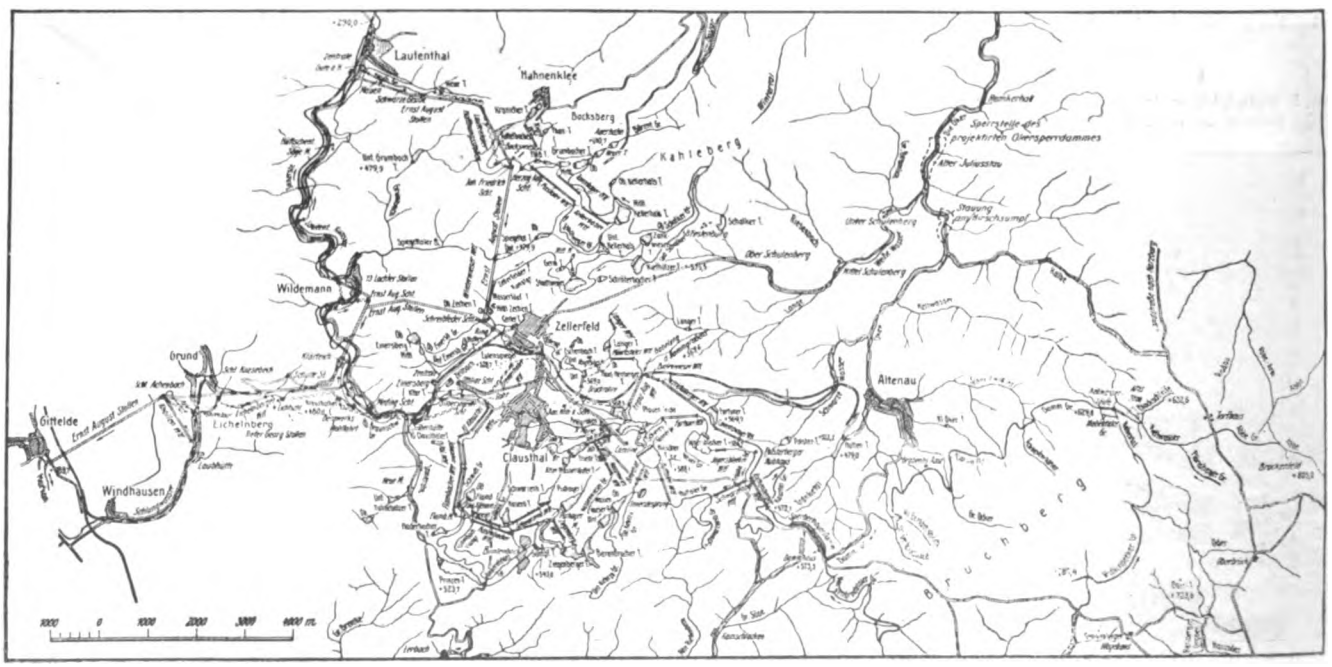


Abb. 5. Wasserwirtschaftsgebiet der Clausthaler Hochebene.

Digitized by Google

Dieses Clausthaler System umfaßt ein Netz von Hang- und Sammelgräben von ursprünglich 108,2 km Länge, das seit 1868 auf 79,7 km vermindert wurde; von diesen 79,7 km sind nicht weniger als 26,1 km Stollenstrecken. Im Gebiet liegen etwa 60 seit Mitte des 16. bis anfangs des 17. Jahrhunderts angelegte Teiche mit einem bergbaulich genutzten Gesamtinhalt von 8 Mill. cbm und 2,26 qkm Oberfläche. Das unmittelbare Einzugsgebiet dieser Teiche und der Sammelgräben beträgt 44,2 qkm; dazu treten noch 22,6 qkm Dammgraben-Gebiet. Weiter kann man noch rund 30 qkm Auffanggebiet für Lautenthal und Grund hinzurechnen, so daß von diesen wasserwirtschaftlichen Anlagen rund 97 qkm Harzgebiet beherrscht werden. Von dem für den Clausthaler Bereich in Anspruch genommenen Gebiet liegen 27 qkm außerhalb der natürlichen Wasserscheiden und gehören als „Fremdgebiete" zur Oker, Harzoder, Söse, Gose u. a. m.

Zu den rund 80 km Sammelgräben kommen noch ursprünglich 71 km Aufschlaggräben, die das Wasser den einzelnen Kraftanlagen zuleiten, sie sind seit 1868 ebenfalls auf gegenwärtig 52,7 km Länge einschließlich 5,4 km Druckrohrleitungen vermindert.

Die Teichinhalte sind für das große Einzugsgebiet von 44,2 + 22,6 = 66,8 qkm mit einem mittleren Jahresniederschlag von 1322 mm, also einer anzunehmenden Abflußhöhe von schätzungsweise 900 mm, demnach einer gesamten Jahreszuflußmasse von rund 60 Mill. cbm, viel zu klein, auch die Sammelgräben haben meist nur eine beschränkte Leistungsfähigkeit. So muß zum Beispiel beim Dammgraben mit einem mittleren jährlichen Verlust von rund 30% der Zuflußmengen aus seinem Gebiet gerechnet werden. Meist macht es außerdem die Untergrundbeschaffenheit unmöglich, den talseitigen Grabenabschluß für die langsam fließenden klaren Wassermengen mit wirtschaftlichen Mitteln dicht zu gestalten.

Der Dammgraben beschickt rund 600 000 cbm Stauraum in drei Teichen; dieser Stauraum ist natürlich für den Ausgleich von rund 14 Mill. cbm mittlerer jährlicher Zuflußmenge des Dammgrabens viel zu klein, er beträgt nur rund 4,3% der Zuflußmenge. Diese Teiche können in ihrer gegenwärtigen Größe kaum noch als Speicher, eigentlich nur als größere Wasserschlösser angesehen werden. Meines Erachtens liegt in einer Vergrößerung der Stauräume die erste Möglichkeit einer Besserung; sie scheint mir wichtiger als eine etwaige Neueinbeziehung weiterer Zuflußgebiete. Trotz der starken Zusammenfassung der Betriebe unter Einbau moderner Wasserkraftmaschinen und Ausnutzung der großen vorhandenen Schachtgefälle muß man doch die Oberharzer Wasserwirtschaft als eine stark extensive bezeichnen. Die Wasserkraftanlagen sind ihrem Charakter nach nicht viel mehr als reine Laufkraftwerke.

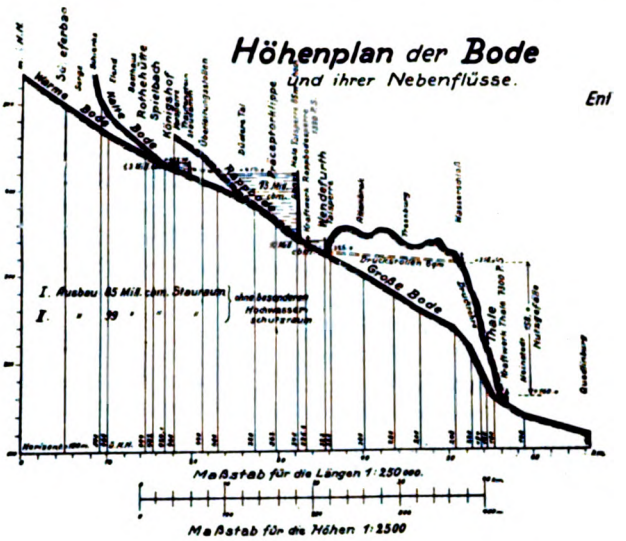


Abb. 6b. Höhenplan der Talsperren im oberen Bodegebiet.

Die Ableitung der in die Schächte einbezogenen Wassermengen wird zusammen mit den in den Abbau- und Betriebsstätten zusitzenden Wassermengen durch sog. Wasserlösungsstollen, das sind Ableitungsstollen nach tief eingeschnittenen Nachbartälern, ja nach dem Gebirgsrande vorgenommen. Von diesen ist der bedeutendste der bei Gittelde in NN + 189,7 m ausmündende 1851 bis 1864 gebaute „Ernst-August-Stollen", der früher auch für den Material- und Erztransport benutzt worden ist.

Alles in allem ist die Oberharzer Wasserwirtschaft eine geniale Leistung früherer Zeit, vor allem wenn man berücksichtigt, daß sie nicht in der einheitlichen gegenwärtigen Form geplant, sondern bruchstückweise ohne Zusammenhang der einzelnen Teile miteinander entstanden, mit einfachen technischen Mitteln durchgeführt und erst allmählich in einen inneren organischen Zusammenhang gebracht und allmählich unter Aufrechterhaltung des Betriebes den neuzeitlichen Anforderungen angepaßt worden ist. Sie weiter im Zusammenklang mit dem Gesamtausbau der Wasserwirtschaft im Harze, nicht im Gegensatz zu dieser oder beider gegeneinander, vor allem mit dem Ziele höheren Wirkungsgrades durch Speicherwirtschaft auszugestalten, muß die künftige Aufgabe sein.

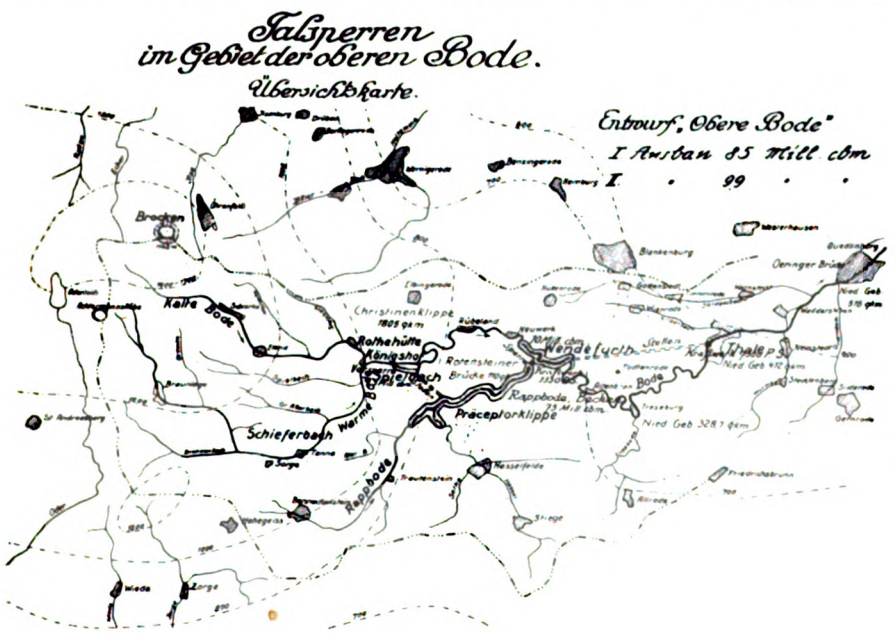


Abb. 6a. Talsperren im oberen Bodegebiet.

2. Entwicklung bis zum Abschluß der Arbeiten der Technischen Abteilung der Gesellschaft zur Förderung der Wasserwirtschaft im Harze in Braunschweig. Ich will mich darauf beschränken, die Entwicklung zu kennzeichnen, die seit dem vorläufigen

Digitized by Google

Abschluß der Arbeiten der Technischen Abteilung der Gesellschaft zur Förderung der Wasserwirtschaft im Harze bei Ausbruch des Weltkrieges einsetzte.

Die Arbeiten der Technischen Abteilung dieser Gesellschaft hatte zu folgenden Entwurfvorlagen geführt:

1. Entwurf der Talsperre in der Oker am großen Juliusstau mit 35 Mill. cbm Inhalt bei 65 m größter Mauerhöhe und rund 61 Mill. cbm mittlerer Jahreszuflußmenge. Ausnutzung der Wassermengen sollte in einem Kraftwerk unterhalb Romkerhall mit 80 bis 90 m Gefälle erfolgen. Die erzeugte mittlere Jahresarbeit betrug rund 10 Mill. kWh.

2. Entwurf der Talsperre in der Ecker oberhalb der Dreiherrnbrücke mit 8,5 Mill. cbm Inhalt bei 53,5 m Mauerhöhe. Der mittlere Jahreszufluß von 14 Mill. cbm sollte in einem Kraftwerk im Eckertal bei Ahlsburg mit 180 m mittlerem Betriebsgefälle ausgenutzt werden und rund 5 Mill. kWh ergeben. Bei beiden Anlagen ist bereits Erzeugung von Spitzenkraft möglich.

3. Entwurf der Bodetalsperren: (Abb. 6a u. 6b) des Wassers der Bode in einer Vorsperre oberhalb Königsdorf und, soweit es dem Bodelauf entzogen werden darf, seine Ueberleitung mittels 1700 m langen Stollens in das Rappbodetal, in dem durch ein Absperrbauwerk von 81 m größter Höhe kurz oberhalb der Einmündung der Rappbode in die Bode ein Staubecken von 75 Mill. cbm Inhalt geschaffen werden sollte. In der Bode selbst sollte unterhalb der Rappbodesperre ein Staubecken von 10 Mill. cbm Inhalt bei Wendefurth erstehen, aus dem das Kraftwasser mit Ausnahme der zwecks Erhaltung der Naturschönheit des Bodetales in diesem zu belassenden Wassermenge durch einen 7 km langen Stollen einem bei Thale geplanten Kraftwerke zugeleitet werden sollte. Dabei wurde ein mittleres Betriebsgefälle von 150 bis 160 m ausgenutzt. Der damalige Entwurf sah noch kein Ausgleichbecken bei Thale von, so daß ein Spitzenbetrieb mit dem Kraftwerk nicht möglich war. Außerdem war noch an der Rappbodesperre ein kleineres Kraftwerk vorgesehen; beide leisteten zusammen rund 50 Mill. kWh im Jahresmittel. Bei der ausgangs des Krieges vorgenommenen Ueberarbeitung der Pläne war bereits der Wasserwirtschaftsplan mit Rücksicht auf die Notwendigkeit der Wasserspeisung des Mittellandkanals bearbeitet worden.

4. Entwurf der Vergrößerung der Oderteichanlagen: Durch Erhöhung des Oderteichdammes sollte der jetzt 1,68 Mill. cbm betragende Stauinhalt auf rund 7,5 Mill. cbm vergrößert werden, wodurch eine Steigerung der Jahresabgabe von gegenwärtig höchstens 400 l/sec auf durchschnittlich 700 l/sec ermöglicht werden sollte. Dieser Plan wurde nach dem Kriege von der Oderteich-Sieber-Genossenschaft aufgenommen.

5. Entwurf einer Odertalsperre oberhalb Bad Lauterberg und der Kraftwerkanlage bei Rhumspringe. Der Talsperre im Odertale oberhalb der Sperrluttereinmündung sollte durch Hanggraben und Stollenanlage auch das Wasser der Sperrlutter zugeleitet werden. Die mit Rücksicht auf die ausgleichende Wirkung des Oderteiches zu nur 25 Mill. cbm Inhalt bemessene Odertalsperre erhielt nach damaligen Berechnungen rund 80 Mill. cbm jährlichen Zufluß. Die Ausnutzung dieser Zuflußmengen sollte zunächst in einem Kraftwerke oberhalb Bad Lauterberg mit rund 60 bis 70 m Gefälle stattfinden. Unterhalb Bad Lauterbergs war ein Ausgleichweiher vorgesehen, so daß ein Spitzenbetrieb des Kraftwerks möglich gewesen wäre. Die in der Odertalsperre ausgeglichenen Wassermengen der Oder sollten zusammen mit den ungeregelten Zuflußmengen aus den Lutterbächen unterhalb Scharzfelds aus der Oder mittels Graben und Stollenanlage nach einem an der Rhumequelle geplantem Kraftwerk abgeleitet werden, das nur als Laufwerk mit Tagesausgleich hätte arbeiten können. Das Betriebsgefälle betrug rund 70 m. Die jährliche mittl. Arbeitsleistung beider Werke rund 24 Mill. kWh.

6. Entwurf der Sösetalsperre oberhalb Osterode. Vorgesehen war ein Staubecken von rund 15 Mill. cbm Inhalt mit einem Nebenbecken im sog. Engeltal als Trinkwasserbecken zur Wasserversorgung von Osterode. Die mittlere jährliche Zuflußmenge von rund 31 Mill. cbm sollte in einem Kraftwerk mit rund 100 m Gefälle ausgenutzt werden und etwa 5 bis 6 Mill. kWh erzeugen. (Abb. 1.)

Abgebrochen wurden die Arbeiten an Entwürfen für eine Talsperre in der oberen Sieber oberhalb des Ortes Sieber am Zusammenfluß von Sieber und Kulmke für etwa 22 Mill. cbm Inhalt. Es war geplant, auch die Abflußmengen aus dieser Sperrenanlage nach der Rhume zu überführen.

Schließlich waren noch Untersuchungen im Gange für eine Talsperrenanlage im Innerstetale, die aber unter damaligen Voraussetzungen eine völlige Unwirtschaftlichkeit erkennen ließen.

Die Baukosten der Oderteich-, Oder-, Rhume- und Söse-Anlagen waren seinerzeit zu 20,5 Mill. Mark veranschlagt, von denen damals durch Verkauf der elektrischen Energie rund 17,5 Mill. Mark hätten gedeckt werden können, so daß ein Fehlbetrag von rund 3 Mill. Mark verblieb, für den andere Quellen hätten erschlossen werden müssen, so insbesondere Zuschüsse aus Rücksichten des Hochwasserschutzes und der Landeskultur. Man beachte demgegenüber die heute notwendigen Zuschüsse. (W. 181.) (Fortsetzung folgt.)

Ein Speichervorschlag für die Stadt Rosenheim.

Von Zivil-Ing. Johann Hallinger, München.

Rosenheim hat nach den Plänen Oskar v. Millers 1896 ein Kraftwerk für Elektrizitätsversorgung errichtet, welches die Mangfall zwischen Kolbermoor und Rosenheim zur Ausnutzung bringt und die Stadt mit Kraft und Licht versorgt. 1919, also 23 Jahre später, wurde die Anlage nach Plänen des Verfassers umgebaut; Kanalwasserführung und Gefälle wurden erhöht, die Maschinenanlagen erneuert und umgestellt und die mittlere Leistung von 750 PS auf 1500 PS erhöht (Abb. 1—3). Diese wird von 2 Franciszwillingsturbinen mit 250 Umdr. und je 750—870 PS mit direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren gleicher Leistung ausgenutzt und ins Stadtnetz abgegeben. Der Wasserschwankungen halber wurde durch Herrn v. Miller bei Errichtung des Werkes schon eine Dampfreserve aufgestellt, welche anläßlich der Umgestaltung als überflüssig beseitigt und durch Anschluß an die Obüz und an die benachbarte Spinnerei Kolbermoor ersetzt wurde. 1926 kam die Stadt wieder in Schwierigkeiten. Herbst über trat das außergewöhnliche Niederwasser auf und mangels eigener Reserve war die Stadt auf die Ersatzstromlieferung, die gerade in den Zeiten des größten Rosenheimer Bedarfes selbst am stärksten belastet war, angewiesen. So ist es nun dazu gekommen, daß die Stadt, obwohl die Wasserkraft der Mangfall, die nach Rechnung des Verfassers 7.5 und nach einer Rechnung der Dipl.-Ing. Maetz und Kurzmann 8 Mio kWh jährlich leistet, nicht ausgenutzt ist, da 1926

Digitized by Google

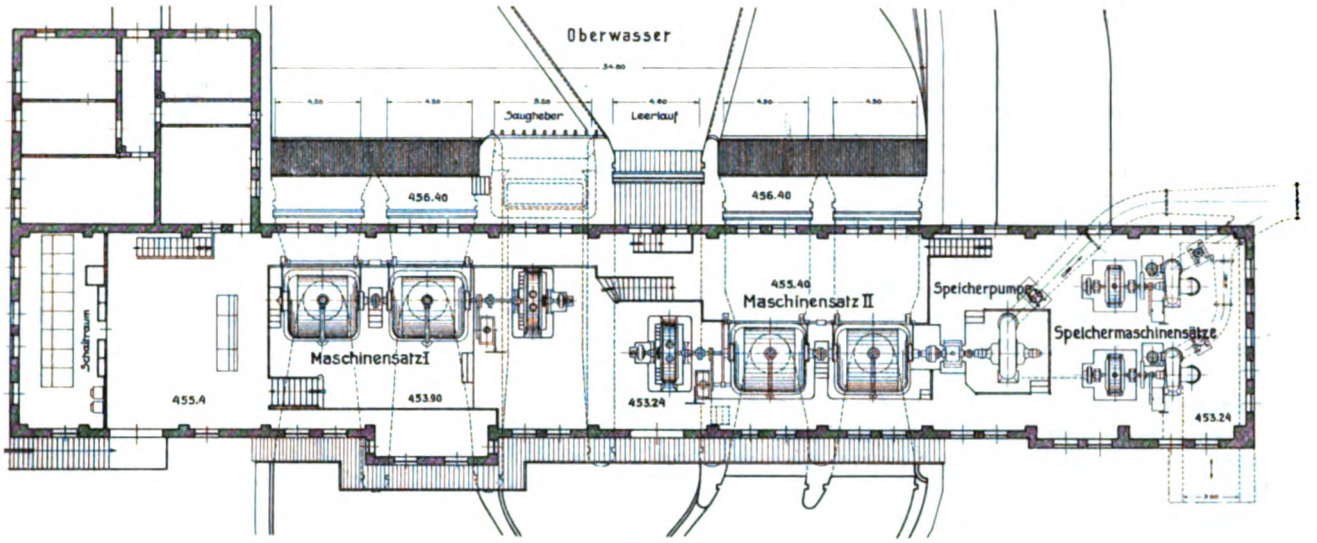


Abb. 1. Grundriß des Maschinenhauses Rosenheim, rechts die projektierte Speicheranlage.

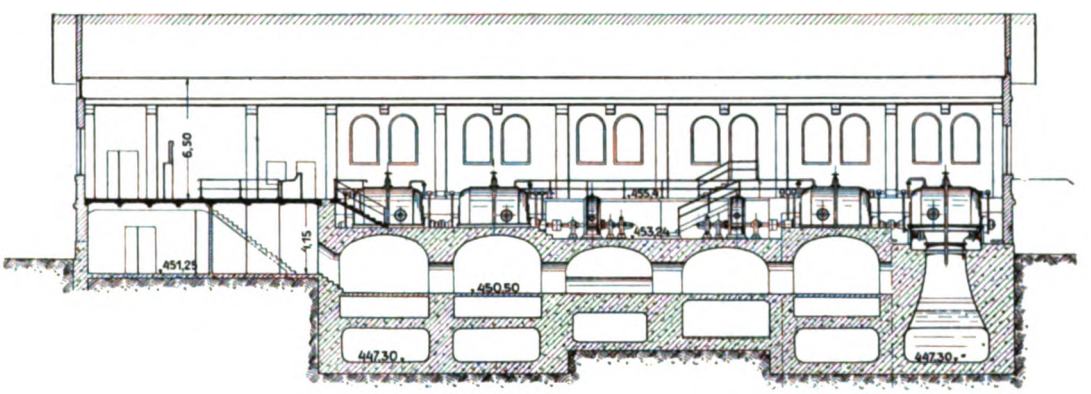


Abb. 2. Querschnitt der bisherigen Anlage.

im Stadtnetz nur 2,5 Mio kWh verkauft wurden, wieder in Schwierigkeiten war. Es liegt nahe, wenigstens eine teilweise Verwertung der Ueberschußkraft durch eine hydraulische Speicherung anzustreben und das Werk bis zu einer bestimmten Jahresleistung unabhängig zu gestalten. Gelegenheit zur Anlage eines oberen und unteren Speicherweihers (Abb. 4) wäre gegeben. Der Höhenunterschied ist jedoch nur 25 m, so daß es sich um eine Niederdruckspeicherung handelt, bei der das, was an Gefälle mangelt, durch Förderung größerer Wassermengen ersetzt werden müßte. Die Maschinenanordnung ist die gleiche wie in Reutlingen[2]), so daß auch hier der Antrieb der Speicherpumpe von der Turbine aus erfolgen kann. Für einen Wochenausgleich müßte der obere Speicher 0,25—0,30 Millionen m³ Inhalt erhalten, während für den unteren Speicher, der den Tagesausgleich zu übernehmen hätte, 0,1 Mio. m³ reichen. Auch in Rosenheim müßte der Unterlieger halber die hydraulische Speicherung vom Kanal unabhängig sein. Aus dem Kanal könnte man nur die erste Füllung und vielleicht Sonntags über Wasser entnehmen.

Eine hydraulische Speicherung wäre in der Lage, bis 4—4,25 Millionen kWh jährlich den gesamten Strombedarf zu decken, ohne Fremdstrom in Anspruch nehmen zu müssen. Wenn aber der Elektrizitätsverbrauch weiterhin steigt, so müßte, wie aus der Mangfall-Abflußkurve (Abb. 5) hervorgeht, wieder Zusatzkraft genommen werden und zwar in einem mit dem steigenden Stromabsatz zunehmenden Ausmaße. Kann mit den Zusatzstromlieferanten nicht ein Abkommen getroffen werden, welches diesen Zusatzkraftbedarf sichert, so müßte die 1919 beseitigte Reserve wieder hergestellt werden. Daß aber eine Zusatzstromlieferung, sei es aus einem Nachbarwerk oder aus einer eigenen Reserveanlage mit der hydraulischen Speicherung ganz anderen und weitaus günstigeren Bedingungen untersteht, bedarf keiner weiteren Erörterung, denn die Zusatzkraftlieferung kann mit hydraulischer Speicherung zu beliebiger Zeit, wenn Zu- oder Ersatzkraft frei ist, geliefert werden und muß nicht wie bisher, wenn sie von den Lieferern selbst am dringendsten benötigt wird, abgegeben werden. Eine eigene Reservemotorenanlage würde mit hydraulischer Speicherung auch anders, billiger und wirtschaftlicher arbeiten, als ohne Speicher,

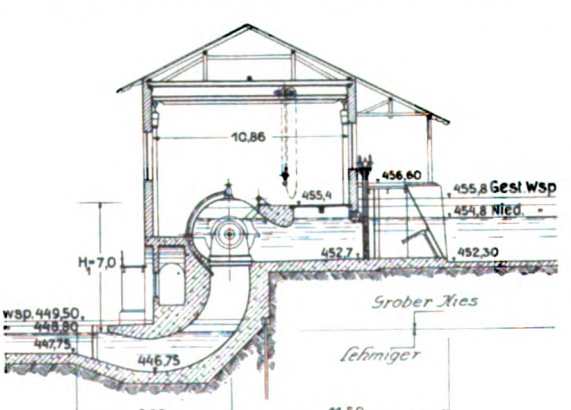


Abb. 3. Längsschnitt durch eine Turbine.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift, Heft 17, Seite 234.

Digitized by Google

weil die Motorenanlage vollbelastet und auf eine bestimmte Zeit beschränkt zuzuschalten ist. Anders würden Dampf- und Rohölmotorenwerke nicht auch zur hydraulischen Speicherung greifen.

Im Dezember 1926, also in der Zeit der Wasserklemme, wäre ein hydraulischer Speicher in der Lage gewesen, die Stadt ohne Ersatz- oder Fremdstrom zu versorgen. Der Strombedarf an jenen Tagen war etwa 15 000—16 000 kWh und die Wasserkraftleistung 600—700 kW, im Mittel etwa 650 kW = 15 000—16 000 kWh täglich. Dazu kommt noch aus der Sonntagsspeicherung ungefähr ein Sechstel mit rund 2000 kWh, so daß pro Tag 16 000—18 000 kWh zur Verfügung gestanden wären.

Zur Frage: Wie stellt sich die hydraulische Speicherung zur Gesamtversorgung der Stadt, gibt die Abflußkurve durch den Jahreswasserhaushalt (Abb. 4) Aufschluß. Gleicht man die Wasserführung des Werkes auf 10 m³/sec = 4,0—4,25 Mio. kWh Jahresleistung ab, so kann der Zusatzstrom entbehrt werden (Wasserführungen unter 10 m³/sec sind selten und von kurzer Dauer und werden durch das Sonntagswasser aufgebessert). Gleicht man auf eine Wassermenge zu 13,25 m³/sec (= Mühlbachwasser) ab, so steht eine nutzbare Gesamtwasserkraftenergie von:

$$\frac{13.25 : 1000 : 7{,}00 : 84 : 0{,}95 : 735 : 24 : 365}{75 : 100 : 1000} = \text{rund } 6 \text{ Mio. kWh}$$

jährlich zur Verfügung, die mit einem richtig bemessenen Speicher restlos und dem Bedarf angepaßt in das Leitungsnetz abgegeben werden kann.

Von dieser Leistung kann bei Niederwasser der auf der Abflußkurve (Abbildung 4) doppelt schraffierte Teil zu rund ein Sechzigstel der Gesamtenergie nicht gedeckt werden. Wenn der Strombedarf 6 Mio. kWh jährlich erreicht, wären rund 100 000—150 000 kWh Ersatzstrom nötig. Mit einem hydraulischen Niederdruckspeicher wird Rosenheim bis zu einem Stromabsatz von 4,0 bis 4,25 Mio. kWh ohne Zusatzkraft auskommen, während bei einer nutzbaren Jahresstrommenge von 6 Mio. kWh im Mittel 100 000—150 000 kWh Zusatzstrom erforderlich sein würden.

Ein hydraulisches Speicherwerk belastet den Etat des Werkes mit 50—60 000 Mark jährlich. Eine 1000-PS-Rohölmotorenanlage dagegen mit 150 000 bis 160 000 Mark. Erstere eröffnet der Stadt ohne weitere Ausgaben weitere Einnahmen, der Rohölmotor aber nicht.

Wollte die Stadt die jährliche Mehrbelastung, die ein Rohölmotor bedingt, für einen hydraulischen Speicher anlegen, so kann im Gebirge ein Hochdruckspeicherwerk errichtet werden, das im Zusammenarbeiten mit der vorhandenen Mangfallwasserkraft einen Ausgleich schafft und die Stadt bis zu einem Stromabsatz von 8,5—10 Mio. kWh unabhängig macht. Daraus geht die technische und wirtschaftliche Bedeutung der hydraulischen Speicherung und ihre Ueberlegenheit hervor. (W. 197.)

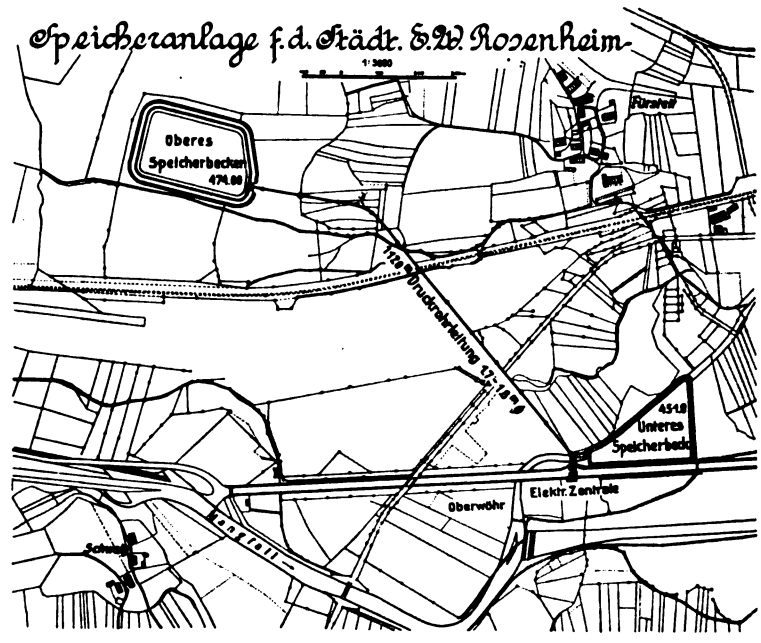


Abb. 4. Entwurf einer hydraulischen Pumpenspeicheranlage.

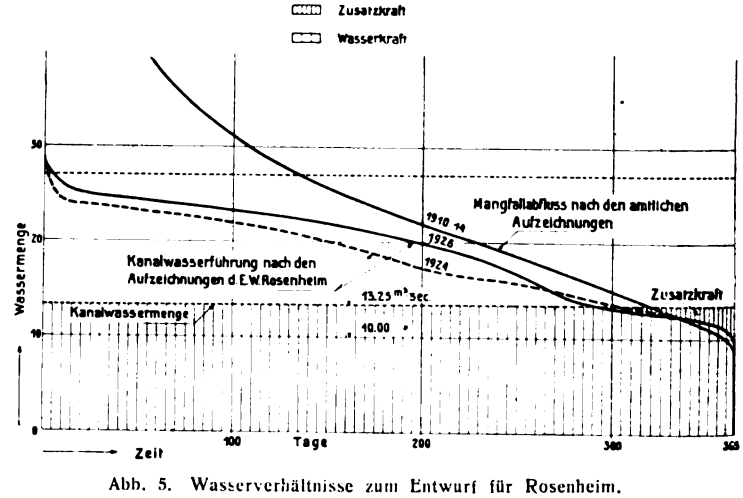


Abb. 5. Wasserverhältnisse zum Entwurf für Rosenheim.

Rundschau

Allgemeines.

Berichterstattung in der Tagespresse.

Ein typisches Beispiel für „Berichterstattung" wie sie die Tagespresse übt, gibt eine Notiz über das geplante Hochspeicherwerk an der Mosel bei Lay. Die Anlage soll „eine Gesamt-Jahresleistung von 55 Mill. kWh erreichen" und es wird von ihr behauptet, daß sie „die doppelte Leistung des Walchensee-Kraftwerkes vollbringen" würde. Der Herr Berichterstatter der Tageszeitung hätte sich aber leicht darüber informieren können, daß das Walchensee-Werk eine Gesamt-Jahresarbeit von 175 Mill. kWh leistet, also mehr als dreimal soviel, wie das von ihm als doppelt so leistungsfähig bezeichnete Projekt!

Für solche Fehler muß allerdings bedauerlicherweise zu einem Teil auch die sehr im argen liegende Berichterstattung der unternehmenden Werke mit verantwortlich gemacht werden. Für die Pressestellen der meisten Werke

Digitized by Google

scheint der Begriff der Fachpresse nicht vorhanden zu sein, es werden nur Tageszeitungen mit Notizen versorgt und mangels Fachkenntnis der Redaktionen treten dann solche Entstellungen auf. Es wäre sehr zu wünschen, und es läge auch im Interesse der Technik und der Wirtschaft, daß in erster Linie die Fachpresse über die Grundzüge wichtiger Planungen, über Betriebsaufnahmen und dergleichen Vorgänge von Bedeutung unterrichtet würde. (W. 247.)

Energiewirtschaft.

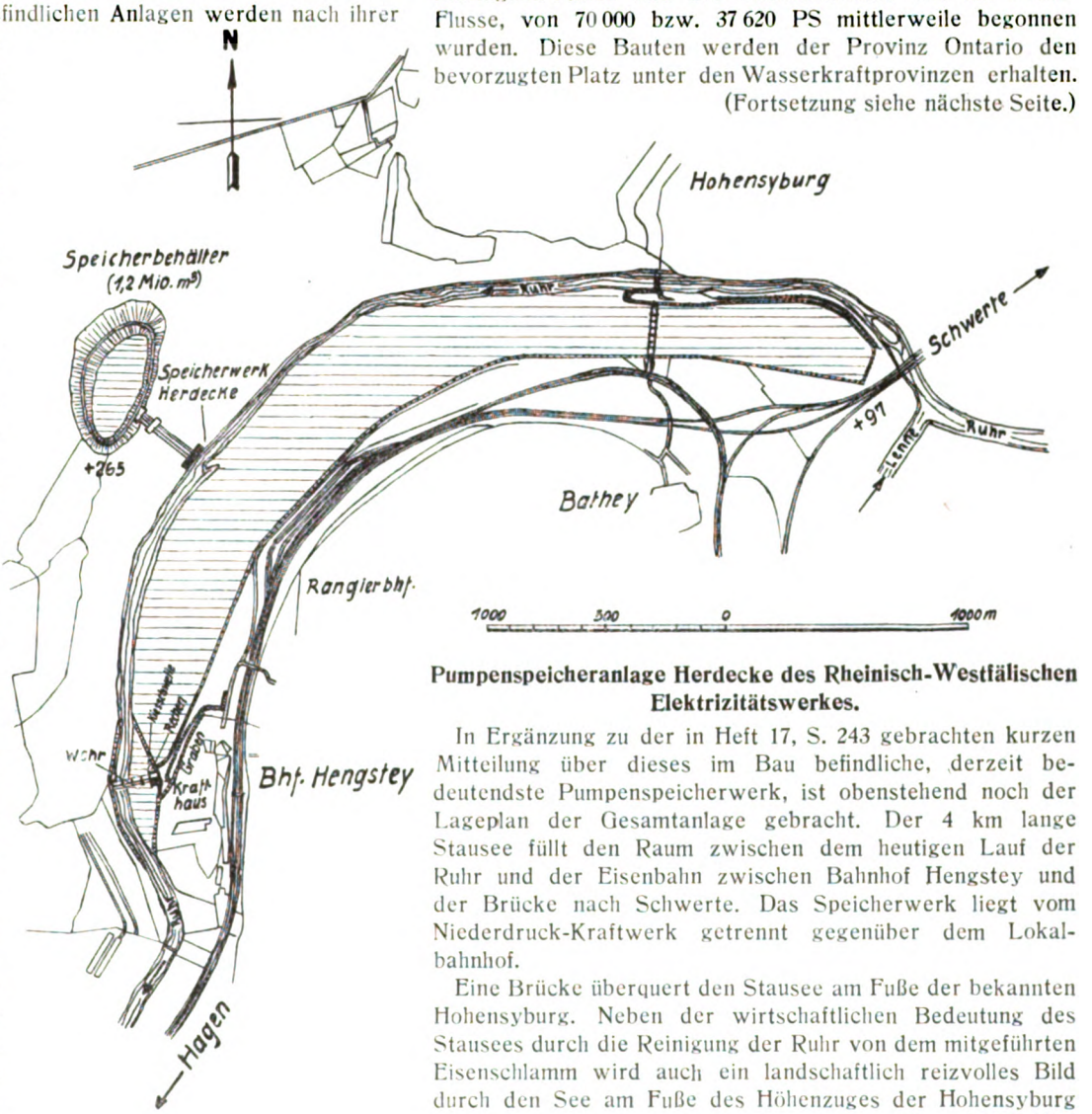
Große Fortschritte im Wasserkraftausbau in Kanada.

Die jährliche Statistik der Wasserkraft-Abteilung der kanadischen Regierung bestätigt den vorjährigen Ueberschlag, der mit 250 000 PS rechnete. Tatsächlich sind 266 000 PS im letzten Jahr zu den bisher ausgebauten Wasserkräften dazu gekommen, so daß die installierte Leistung der Wasserkraftwerke nunmehr 4 556 000 PS beträgt. Die während des Jahres noch im Bau befindlichen Anlagen werden nach ihrer Vollendung 1 700 000 PS neu hinzubringen. Diese Anlagen sind in der obigen Zahl nicht inbegriffen, da die Werke noch nicht dem Betrieb übergeben wurden.

In der Provinz Quebec wurden 168 000 PS ausgebaut, hiervon 90 000 PS im Isle Maligne Kraftwerk der Duke—Price Power Co. am Saguenay-Flusse, so daß sich die Leistung dieses Werkes von 360 000 PS im ersten Ausbau auf 450 000 PS erhöht. Die endgültige Leistung dieses Werkes wird 540 000 PS betragen. In der obigen Zahl sind ferner inbegriffen der Ausbau eines kleineren Werkes am Batiscan-Flusse mit 22 200 PS und eine Vergrößerung der Kipawa-Anlage der kanadischen International Paper Co. um 16 800 PS. Diese Gesellschaft hat auch durch ihre Beteiligung an der Gatineau Power Co. wesentlich zu dem lebhaften Wasserkraftausbau während des Jahres beigetragen. Zwei Anlagen am Gatineau-Fluß — eine bei Chelsea von 170 000 PS und eine bei den Farmers Stromschnellen von 120 000 PS — waren gegen Ende des Jahres nahezu fertiggestellt, während ein drittes Kraftwerk von 240 000 PS bei den Paugan-Fällen in Angriff genommen wurde. Fortschritte wurden gleichfalls im Bau der Aluminium-Company of Canada bei Chute-a-Caron am Saguenay-Flusse gemacht, wo ein Kraftwerk mit 10 000 000 PS endgültiger Ausbauleistung zurzeit erstellt wird. Die Ontario Paper Co. begann am Outarde-Flusse den Ausbau einer 40 000-PS-Anlage.

In Ontario wurden nicht viele der zurzeit in Ausführung befindlichen Anlagen beendet; große Unternehmungen werden zurzeit von der provinziellen Wasserbauverwaltung (Hydro-Commission) geplant, die, zusammen mit den Bauten der Spruce Falls Co. bei den Smoky-Fällen am Mattagami-Flusse und der Backus-Brooks Co. am Seine-Flusse, von 70 000 bzw. 37 620 PS mittlerweile begonnen wurden. Diese Bauten werden der Provinz Ontario den bevorzugten Platz unter den Wasserkraftprovinzen erhalten.

(Fortsetzung siehe nächste Seite.)



Pumpenspeicheranlage Herdecke des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes.

In Ergänzung zu der in Heft 17, S. 243 gebrachten kurzen Mitteilung über dieses im Bau befindliche, derzeit bedeutendste Pumpenspeicherwerk, ist obenstehend noch der Lageplan der Gesamtanlage gebracht. Der 4 km lange Stausee füllt den Raum zwischen dem heutigen Lauf der Ruhr und der Eisenbahn zwischen Bahnhof Hengstey und der Brücke nach Schwerte. Das Speicherwerk liegt vom Niederdruck-Kraftwerk getrennt gegenüber dem Lokalbahnhof.

Eine Brücke überquert den Stausee am Fuße der bekannten Hohensyburg. Neben der wirtschaftlichen Bedeutung des Stausees durch die Reinigung der Ruhr von dem mitgeführten Eisenschlamm wird auch ein landschaftlich reizvolles Bild durch den See am Fuße des Höhenzuges der Hohensyburg gewonnen. (W. 272.)

WASSERKRAFT-JAHRBUCH 1927/28

Der dritte Jahrgang dieses in der Fachwelt des In- und Auslandes so beifällig aufgenommenen Jahrbuches erscheint etwa im Februar 1928.

Der Verlag verweist auf den diesem Heft beiliegenden Prospekt.

Digitized by Google

Neue Bauten in British Columbia brachten 45860 PS, von denen 25860 von der Power River Co. und 20000 von der West Kootenay Light and Power Co. stammen, welche ihre 60000 PS-Anlage bei den Lower Bonnington-Fällen am Kootenay-Flusse durch Aufstellung des dritten Aggregates erweiterte. Von dieser Gesellschaft werden zurzeit auch die Vorarbeiten für ein neues 60000 PS-Kraftwerk bei South Slocan in Angriff genommen.

In Manitoba betrug der Zuwachs zu den bestehenden Anlagen der Stadt Winnipeg und der Manitoba Power Co. 43200 PS. Hiervon treffen 15200 PS auf die Aggregate 15 und 16 der städtischen Zentrale bei Point du Bois am Winnipeg-Flusse. Die übrigen 28000 PS wurden bei Great Falls am gleichen Flusse durch die Power Co. im Aggregat Nr. 3 installiert und ein gleiches weiteres Aggregat, das in diesem Jahre aufgestellt wird, wurde in Auftrag gegeben.

In der Provinz New-Brunswick begann die International Paper Co. in ihrem Grand Falls-Kraftwerk am St. John's-Flusse zu arbeiten, dessen erster Ausbau 60000 PS betragen wird. (Power, 1927, Bd. 65, Heft 2.) (W. 101.)

Wasserkraftnutzung in der Tschechoslowakei.

Die tschechoslowakische Republik richtet bemerkenswert das Augenmerk auf die Ausnutzung ihrer Wasserkräfte[1]).

Neuerlich wird ein System von Talsperren an der Iser und an der Moldau projektiert, welche ebenso zur Aufbesserung der Elbe mit Rücksicht auf die Schiffahrt wie auch ganz besonders der Wasserkraftnutzung dienen soll. Die gewonnene Wasserkraftarbeit sol zum weitaus größten Teile der Elektrizitätsversorgung von Groß-Prag und weiter von Nord- und Ostböhmen dienen, ebenso soll die Elektrisierung der Eisenbahnen mit Gleichstrom aus dem allgemeinen Drehstrom-Landesnetz nachdrücklich betrieben werden, wie sie in der Umgebung von Prag bereits in Ausführung begriffen ist. Nicht zuletzt sei auch der Erzeugung von Luftstickstoff aus Wasserkraft besondere Beachtung zugewendet und es wird als ein wichtiger Grund für die Förderung der Wasserkraftprojekte bezeichnet, daß die Hauptkraftquellen zu diesem Zweck in der Mitte des Landes liegen: sowohl für den landwirtschaftlichen Bedarf wie aus Gründen der Landesverteidigung wird die Stickstoffherstellung aus Wasserkraft als einer der Hauptgründe für die Projekte angeführt. — Wir in Deutschland decken dagegen immer noch nur einen verschwindend geringen Anteil des Stickstoffbedarfes aus Wasserkraft. (W. 250.)

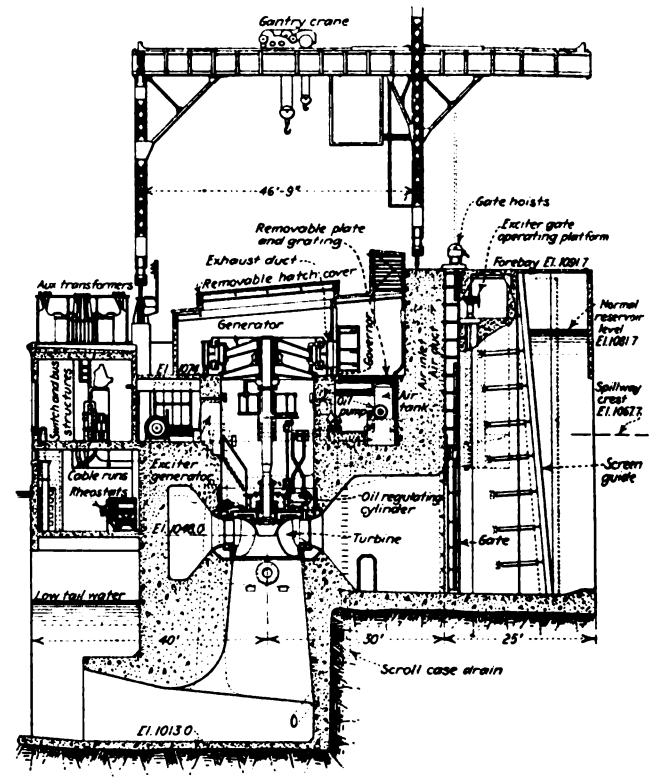
Wasserkraftanlagen.

Wasserkraftwerk ohne Hochbau

werden neuerdings in Amerika ausgeführt.[1]) Die Abbildung zeigt das Kraftwerk bei Blanchard am Mississippi der Minnesota Power and Light Company.

Das Kraftwerk besteht eigentlich nur aus einem Staudamm, in welchem die vertikalen Turbinen nebst Generatoren unmittelbar eingebaut sind. In Nebenräumen sind die Erreger- und Regler-Einrichtungen untergebracht. Der Generator ist völlig geschlossen ausgeführt und darüber ein abnehmbares Dach angeordnet, so daß sich ein außerordentlich niedriger für die Bedienung ausreichender Raum ergibt. Der große Damm wird an Stelle des sonst üblichen Maschinenhauskrans durch einen Portalkran der Länge nach bestrichen, welcher zum Abheben des betr. Dachfeldes und hernach zur Demontage der Maschinen dient und mit seinem Ausleger auch Rechen und Schützen bedienen kann.

Für die Generatoren kommt bei dieser Bauart selbstverständlich nur eine vollständig geschlossene Lüftungsanordnung in Frage. An Hochbaukosten vermag allerdings außerordentlich gespart zu werden, die Instandhaltung der Maschinenanlagen wird aber ohne Zweifel wesentlich erschwert, zumal auch Reparaturen nach abgehobenem Dach völlig im Freien vorgenommen werden müssen. Zwei weitere Anlagen dieser Bauart sind am Bear River in Idaho und am Mitchell Damm in Albama in Ausführung. (W. 229.)



Literatur

Zeitschriftenschau

Siehe Inseratenteil Seite X.

Buchbesprechungen

Der Talsperrbau von P. Ziegler, Regierungs- und Baurat a. D. zu Claustal. 3. ausbearbeitete Auflage; Band II: Die Berechnung massiver Talsperren. VIII, 302 Seiten mit 406 Abb. Berlin 1927. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. — Preis geh. M. 29,40; geb. M. 32,—.

Mit dem Band II „Die Berechnung massiver Talsperren" setzt Ziegler die Neubearbeitung seines Werkes „Talsperrenbau" fort. Während der erste Band die Talsperren aus Erde und losem Felsmaterial gebracht hat, finden in dem zweiten Bande die Schwerkraftmauern, Gewölbesperren, Talsperren aus Eisen und Pfeilersperren in konstruktiver Hinsicht eine eingehende kritische Behandlung.

Der Verfasser geht bei dem Herausarbeiten der Berechnungsgrundlagen von der Tatsache aus, daß — nach den Erfahrungen über Zerstörungen von solchen Absperrbauten — nicht so sehr das Bauwerk, als der „Flickrand" gefährdet ist, also die Gründungsfläche und der darunter liegende Untergrund. Gleichzeitig nimmt er bezüglich des „Objektes" der Berechnung, nämlich des Baustoffes der Mauer, schon hier dagegen Stellung, daß die Regeln, welche für die kleinen, hoch und klar beanspruchten Querschnitte der homogenen, elastischen Eisen- und Holzkonstruktionen gelten, auf die in

[1]) Vgl. Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 156.
[1]) „Electrical World", Band 89, Heft 7, Seite 340.

Digitized by Google

Beanspruchung und Widerstand unsicheren, ungefügen, starren, auf den Untergrundfelsen gelagerten Massen des Mauerwerks angewendet werden, obwohl eine gesetzmäßige, kontinuierliche Spannungsübertragung durch die Verschiedenheit der Baustoffe stark beeinträchtigt ist und die Formänderungen des Mauerwerks überwiegend plastisch durch örtliche Zerstörungen und Rißbildungen erfolgen.

Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, massive Talsperren grundsätzlich so zu konstruieren, daß die Druckfestigkeit als größte und günstigste Widerstandsfähigkeit möglichst allein in Anspruch genommen wird.

Nach diesen grundlegenden Betrachtungen werden die verschiedenen Konstruktionstypen der massiven Talsperren im einzelnen nach Formgebung, Kräftespiel und an Hand zahlreicher Zerstörungsbeispiele eingehend gewürdigt. Wenn der Verfasser dabei an den jetzt üblichen Anschauungen über das Kräftespiel und die damit eng zusammenhängenden Berechnungsmethoden auch scharfe Kritik übt, die da und dort bis zur vollkommenen Ablehnung von an sich sinnvollen Rechnungsverfahren geht, so werden doch auch diese und ältere Methoden aufgeführt mit Rücksicht auf den hohen Wert einer solcherart gegebenen Entwicklungsgeschichte für das weitere Suchen nach der Lösung des Problems der Spannungsermittlung für eine wasserbelastete Mauer.

Die konstruktive Lösung des Problems „massive Talsperren" scheint nach den Entwicklungen Zieglers in der Richtung der Gewölbesperren zu liegen, die als einziger Konstruktionstyp in praxi bislang auch noch keine Zerstörungsbeispiele aufzuweisen haben.

Man erkennt bereits aus den vorstehenden kurzen Ausführungen, daß die Neuerscheinung des Zieglerschen „Talsperrenbaues" einer Neubearbeitung im vollen Sinne des Wortes gleichkommt. Sie enthält so viele wertvolle Gedanken und Anregungen, daß an ihr kein Talsperrenkonstrukteur vorübergehen sollte, der noch darauf hält, nicht lediglich nach Herkommen oder Ueberlieferung zu gestalten.

(W. 182.) Dr.-Ing. Otto Streck.

Die deutsche Elektrizitätsversorgung. Herausgegeben vom Vorstand des Deutschen Metallarbeiterverbandes. 280 Seiten, 17,5×24,5 cm mit 70 Abbildungen und 25 Tabellen. Stuttgart 1927, Verlagsgesellschaft des Deutschen Metallarbeiterverbandes. Preis gebunden M. 8.—.

Inhaltlich bietet das vorliegende Buch neben vielem, was dem Sonderfachmann begreiflicherweise bekannt ist, für die breitere Oeffentlichkeit und für den Wirtschaftler aber bisher in übersichtlicher Zusammenstellung fehlte, einen guten Ueberblick über die deutsche Elektrizitätswirtschaft und damit einen wesentlichen Teil der Energiewirtschaft. Nach einer kurzen Schilderung der Grundlagen der Elektrizitätswirtschaft auf Kohle und Wasser und nach statistischen Auswertungen über Stromerzeugung und -Verbrauch werden die einzelnen Versorgungsgebiete und deren hauptsächliche Versorgungsunternehmungen an Hand von Kartenskizzen und Tabellen der wichtigen Werke und deren Leistungen zusammengestellt und kurz beschrieben. Recht wertvoll ist hierbei die ausführliche Erörterung der Besitzverhältnisse und des Zusammenarbeitens der einzelnen Werke und Netze. Die bisherigen Statistiken und Veröffentlichungen sind übersichtlich und großenteils kritisch verwertet. Einzelne Unstimmigkeiten, insbesondere in den süddeutschen Verhältnissen, sind allerdings festzustellen. So wird z. B. S. 15 die Bayernwerk-A.-G. mit der Walchenseewerk-A.-G. zusammengeworfen. Die Karte S. 17 über das Höchstspannungsnetz Deutschlands müßte als Projektskizze gekennzeichnet sein. Zu S. 138 ist zu sagen, daß der Arbeitsaustausch zwischen Bayernwerk und dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk nur unbedeutend ist. Auf S. 145 wird Burghausen (Alzwerke) mit Burgkirchen verwechselt. Kraftwerke „Iser" und „Soyen" gibt es nicht, dagegen den Fluß Isen und den Soyensee.

Die dem Elektrizitätswerk der Lokalbahn A.-G. zugeschriebene Versorgung von Teilen der Bezirke Mitterschongau, Weilheim und Garmisch wird durch die Isar-Werke besorgt, in deren Besitz diese Leitungsnetze stehen. Das Elektrizitätswerk Schongau versorgt sicher nicht das Bezirksamt Fürstenfeldbruck! — Das Saalachkraftwerk liefert nicht „hauptsächlich" für Bahnzwecke, sondern hauptsächlich für Allgemeinversorgung und Elektrochemie. S. 160 wird dem Bayernwerk fälschlicherweise Strombezug aus den Werken der Stadt Salzburg zugeschrieben. Diese letzteren liefern jedoch ausschließlich an die chemische Industrie nach Bayern. Daß die staatliche Ausnützung der Wasserkräfte „eigentlich eine Verbilligung der Strompreise im Gefolge haben" sollte, ist eine doch etwas naive Vorstellung; solche Fragen können sich erst nach Abschreibung der Anlagen geltend machen und werden wohl von keiner fachlich-wirtschaftlichen Seite schon vorher erwartet worden sein. Davor, daß „der Staat auch die Stromverteilung bis zum letzten Abnehmer in der Hand" haben soll, möge uns der Himmel bewahren!

Es folgt ein Abschnitt über Strompreise und Tarife mit Beispielen, welche allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit besitzen können, zumal es ja wohl die Tendenz des Verfassers war, zu beweisen, daß die Stromkosten noch viel zu hoch seien — der Beweis ist allerdings rechnerisch offen gelassen und aus unvollständiger Statistik nicht zu erbringen. Manche solche Werke in den ziemlich detaillierten „Bemerkungen zu den Strompreisen", welche gerade durch zweckmäßige Tarifgestaltung zum Teil bahnbrechend genannt werden können, fehlen.

Sehr wertvoll an dem sorgfältig aufgemachten Buch erscheint der 60 Seiten umfassende Nachweis der Konzerne und Interessengemeinschaften in der Elektrizitätsversorgung mit übersichtlichen Schaubildern über die wirtschaftlichen Verbindungen zwischen den einzelnen Unternehmungen und ihren Gliederungen. Ein kurzer Absatz über den Austausch elektrischer Energie und über die staatliche Elektrizitätswirtschaft vor und nach dem Kriege ist angefügt. — Der sachliche Inhalt muß rückhaltlos als gut und zum Teil als wertvolles Nachschlagewerk gekennzeichnet werden.

Die Tendenz des Buches, dessen Verfasser nicht mit Namen zeichnet, zu rezensieren, ist in einer unpolitischen Fachzeitschrift nicht der geeignete Platz. Der ungenannte Verfasser hebt eifrig hervor, „daß sich kein Gebiet so sehr für öffentliche und zentrale Bewirtschaftung eignet, wie die Elektrizitätswirtschaft" und möchte versichern, daß sich die Durchdringung der Elektrizitätswirtschaft mit öffentlich-rechtlichen Organisationselementen „unabhängig von einer planmäßigen Beeinflussung durch sozialistische Organisationen vollzieht." Er betont aber immer wieder „die ungeheure Bedeutung, welche in der Beherrschung der Elektrizitätsversorgung liegt": „Die Wichtigkeit der Arbeiter in den Elektrizitätswerken kann nicht unterschätzt werden, von ihrem Leistungswillen hängt das Wohl und Wehe ungezählter Menschen ab". Die Kupplung der Werke, wie sie die Wirtschaft fordert, vermag bei Ausfall einzelner Werke stets den notwendigen Ersatz zu schaffen; nach Ansicht des Verfassers ist aber „im öffentlichen Interesse davor zu warnen, diese Möglichkeit zu benutzen". — Videant consules!

Sachlicher Inhalt und Tendenz sind eben zweierlei, der erstere muß, wie erwähnt, anerkannt werden. Energiewirtschaft und parteipolitisches Kampfmittel sind und bleiben getrennte Dinge. (W. 270.) Ing. C. Reindl.

Digitized by Google

Deutsche Patentschau.

Zusammengestellt von Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Wolff, Berlin SW 68, Alexandrinenstraße 1.

Zusammengestellt von Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Wolff, Berlin SW 68, Alexandrinenstraße 1.

Letzter Tag des Einspruches: 13. Dezember 1927.

59 b, 1. P. 53945. Dr.-Ing. Carl Pfleiderer, Braunschweig, Herzogin-Elisabeth-Str. 6. Kreiselpumpe geringer Förderhöhe mit radialer oder kegeliger Beaufschlagung des Laufrades. 3. 11. 26.

59 b, 2. P. 49420. Raimond Guy Palmer, Waewick. Kreiselpumpe. 31. 12. 24. Großbritannien 12. 1. 24.

59 b, 5. A. 49363. Armaturen- und Maschinenfabrik A.-G., vorm. J. A. Hilpert, Nürnberg, Glockenhofstr. 6. Wasserringpumpe mit auswechselbarer seitlicher Steuerplatte. 27. 11. 26.

59 b, 5. M. 98736. Samuel Maroger, Nimes, Frankreich. Kreiselpumpe, bei der die Saugwirkung durch den Unterdruck hervorgebracht wird, der sich an der Rückseite in einer Flüssigkeit umlaufender Düsen bildet. 10. 3. 27. Frankreich 22. 2. 27.

88 a, 12. V. 20569. J. M. Voith, Maschinenfabrik, Haidenheim, Wttbg. Verstellbare Schaufel mit tragflächenartigen Querschnitten für Kreiselmaschinen in geschlossenem Gehäuse. 21. 9. 25.

88 a, 12. V. 21951. J. M. Voith, Maschinenfabrik, Haidenheim, Wttbg. Nebenauslaß für Hochdruck-Wasserkraftanlagen mit Wasserschloß. 10. 12. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 20. Dezember 1927.

59 b, 4. K. 102873. Walter Kropf, Burgdorf, Schweiz. Mehrstufige Zentrifugalpumpe, bei welcher aus mindestens je einem Laufrad bestehende Schaltstufen mittels eines außerhalb des Umfanges des Radkörpers angeordneten Umschaltorganes hintereinander oder parallel geschaltet werden können. 12. 2. 27. Schweiz 20. 2. 26.

88 a, 6. F. 61515. Edmond Fulpius und Ateliers des Charmilles, Genf. Einrichtung zur Verstellung von Laufrädern mit drehbaren Schaufeln. 9. 6. 26. Schweiz 21. 4. 26.

88 a, 6. R. 66619. Carl Rix, Emden. Regler für Freistrahlturbinen in einer Anzahl von Laufrädern. 3. 6. 26.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Gründung eines wasserwirtschaftlichen Ausschusses beim Bayerischen Industriellen-Verband.

Am 5. Oktober wurde im Rahmen des dem DWWV. als Kollektivmitglied angehörigen Bayerischen Industriellen-Verbandes, der heute insgesamt 2400 Mitglieder umfaßt, wovon etwa 600—700 als Triebwerksbesitzer oder sonstwie wasserwirtschaftlich interessiert sind, im Rahmen der Satzungen des Bayerischen Industriellen-Verbandes ein

Wasserwirtschaftlicher Ausschuß

konstituiert.

Der Wasserwirtschaftliche Ausschuß beim B.I.V. hat das Programm, den Ausbau und den wirtschaftlichen Betrieb der bayerischen Wasserkräfte zu fördern und die Bearbeitung aller Fragen des Wasserrechtes und der Wassernutzung vorzunehmne, soweit solche Fragen grundsätzlicher Natur oder sonstwie von allgemeiner Bedeutung sind. Hierunter gehören insbesondere Rechtsfragen, Steuerfragen und Konzessionsangelegenheiten, welche etwa Präzedenzfälle schaffen können. Ferner will der Wasserwirtschaftliche Ausschuß die Mitglieder des Bayerischen Industriellen-Verbandes und ebenso die ihm etwa nicht angehörigen bayerischen Mitglieder des DWWV. in solchen Fragen grundsätzlicher Natur beraten und vertreten. Aufgabe des Ausschusses soll nicht die Energiewirtschaft im allgemeinen, sondern speziell die Wasserwirtschaft sein. Soweit es sich nicht um reine bayerische Angelegenheiten handelt, wird der Wasserwirtschaftliche Ausschuß des B.I.V. in enger Fühlungnahme mit dem DWWV. arbeiten. Um ein erfolgreiches Arbeiten sicherzustellen, wird der Ausschuß insbesondere auch die Sammlung, Sicherung und Bearbeitung alles einschlägigen Materials in Fühlungnahme mit befreundeten industriellen und wasserwirtschaftlichen Landesverbänden pflegen.

Den Ausschuß für Wasserwirtschaft bilden zunächst unter dem Vorsitz des Herrn

Kommerzienrat Haindl (Papierfabrik Schongau), Augsburg, die Herren:

Dr.-Ing. e. h. Johannes Heß, Direktor der Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft, München;

Geh. Kommerzienrat Jordan, Direktor der Baumwollspinnerei Kolbermoor;

Landesbaurat Franz Langlotz, Direktor der Isarwerke, München;

Direktor Monath, Lech-Elektrizitätswerke, Augsburg;

Dr. Ferdinand Steinbeis, i. Fa. Steinbeis & Cons., Rosenheim.

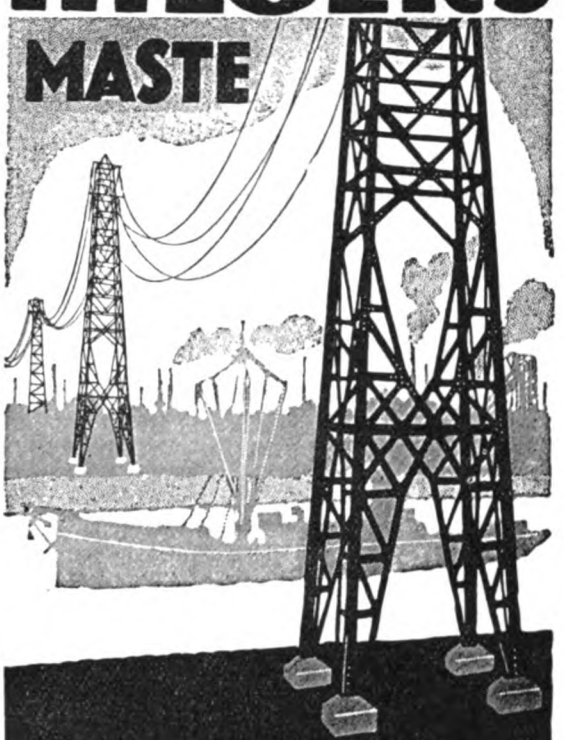
Hierzu sollen noch ein Vertreter der kommunalen Wasserwirtschaft und Vertreter der kleineren Triebwerksbesitzer kommen.

Im Gesamtausschuß des DWWV. ist der wasserwirtschaftliche Ausschuß des B.I.V. durch die Herren Jordan, Langlotz und Monath vertreten, außerdem gehört dem Gesamtausschuß des DWWV. aus den Kreisen der bayerischen Wasserwirtschaft Oberbaudirektor Zell der Städtischen Elektrizitätswerke München an.

Die Veröffentlichung der Angelegenheiten des Wasserwirtschaftlichen Ausschusses erfolgen in der „Wasserkraft und Wasserwirtschaft". (W. 284.)

Digitized by Google

HILGERS
MASTE



AKTIEN-GESELLSCHAFT VORM.
JACOB HILGERS RHEINBROHL

PAUL CONRADT

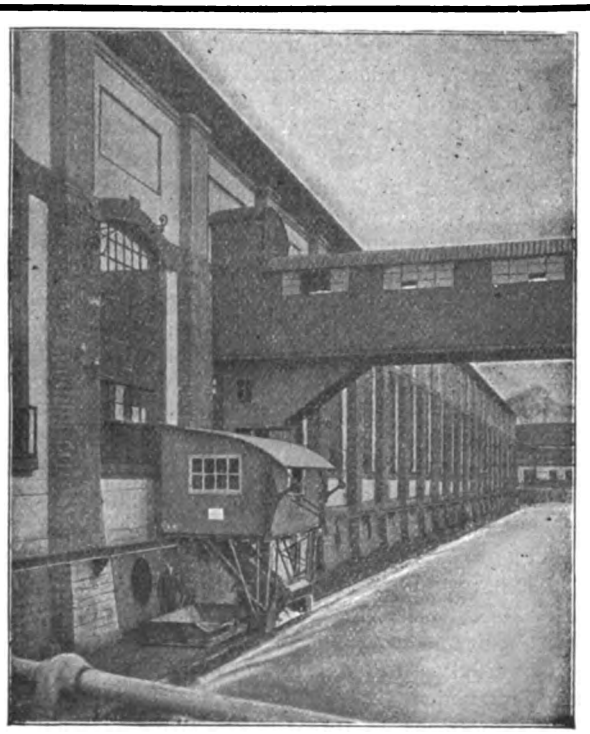
Sämtliche Artikel für technisches Zeichnen
Paul Conradt München Theresienstr. 78 Fernruf: 33995

Inertol

D. R. Pat.

der Schutzanstrich gegen Wasser u. Feuchtigkeit

Paul Lechler · Inertolfabrik Stuttgart

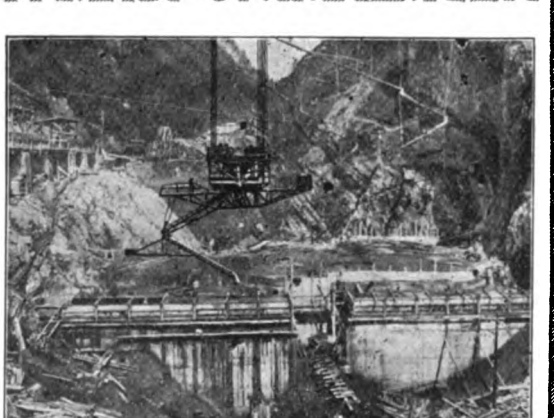


KRAFTOBERTRAGUNGSWERKE RHEINFELDEN A.-G. (BADEN)
Kombinierte Rechen-Reinigungsmaschine mit doppeltem Schwenkkran (System Jonneret). In- und Ausländspatente

MASCHINENFABRIK
ESCHER WYSS & CIE. RAVENSBURG

Rechenreinigungsmaschinen für jede Tiefe und Rechenneigung
Projekte und Kostenanschläge kostenlos

BLEICHERT
TRANSPORTANLAGEN



Schwenkbarer Doppel-Kabelkran von 260 m Spannweite mit fahrbarer Beton-Gießvorrichtung beim Bau der Wäggitalsperre

Bleichert-Kabelkrane für Gießbetonbauweise verrichten eine Tagesarbeit ohne Verfahren der Gießvorrichtung, vermeiden die gefährlichen Rinnenverstopfungen ermöglichen Tag- und Nachtbetrieb

ADOLF BLEICHERT & CO. A.G. LEIPZIG
DRAHTSEILBAHNEN · KABELKRANE · NAHFÖRDERMITTEL

Digitized by Google

Zeitschriftenschau.

Bearbeitet von der Schriftleitung unter Mitwirkung von Ing. Kratzer, München; Reg.-Baumeister Geistenberger, Kötzschenbroda; Dipl.-Ing. Seibold, Heidenheim a. Br.)

Bahnelektrisierung.

Die neuen 4500 PS-Lokomotiven der Loetschbergbahn. Von Dipl.-Ing. Müller. — E.T.Z., 1927, H. 7, S. 193—197, m. 7 Abb. — (Beschreibung der 1—3A + 3A—1 Einphasenlokomotive mit Einzelachsantrieb mit 6 Zwillingsmotoren von je 2×375 PS Stundenleistung für 600 t Zuggewicht bei 141,6 t Dienstgewicht; stärkste Einphasenlokomotive der Welt).

L'electrification des chemins de fer du Midi. (Die Elektrifizierung der Midi-Bahn.) — Le génie civil, 1927, H. 5, S. 105—115 u. H. 6, S. 133—138, m. 26 Abb. — (Plan und Beschreibung des bisher für 768 km ausgebauten und für 3000 km projektierten Netzes aus Wasserkraft. 150 kV-Leitungen, Umformerstationen, Streckenausrüstung; die Lokomotiven für 1500 V Gleichstrom 2—C—2, B + B und 2—C—2 mit vertikalen Doppelmotoren sowie Triebwagen). Motor-Generator type locomotives for Great Northern Ry. (Die Umformerlokomotiven der Great Northern-Bahn.) Von Walsh. — General Electric Review, 1927, Bd. 30, H. 10, S. 477—482, m. 6 Abb. — (Beschreibung der Lokomotive von 3300 PS Stundenleistung bei 193 t Dienstgew. und 25,5 t Achsdruck, Bauart 1—A_6—1, mit Einphasen 25 Per. 11 000 V-Gleichstrom 2×75 V-Synchron-Motorgenerator mit Nutzbremsung.)

Energiewirtschaft.

Speicherwerke; Diskussion auf der Kieler Tagung des V.D.E.: Ministerialdirektor Dr. Gleichmann über hydraulische Pumpenspeicherung. E.T.Z. 1927, H. 42, S. 1535—1536, m. 5 Abb. — (Auf Grund von Untersuchungen für den Bahnbetrieb Südwestdeutschlands werden Vergleichsrechnungen angegeben und die Wirtschaftlichkeit der Pumpenspeicherung auch von Dampfkraftarbeit erwiesen. Vgl. E.T.Z. 1927, H. 26.)

Bemerkungen zur Spitzendeckung. Von Direktor Dr. Ing. Werner. — E.T.Z. 1927, H. 41, S. 1476—1477. — (Im Anschluß an den a. a. O. vorhergehenden Aufsatz von Dr. Marguerre über Speisewasserspeicher werden die Kapitaldienstkosten für Dampf- und Pumpenspeicherwerke verglichen: Dampfkraft 15% bei rd. 300 M. Gesamtbaukosten, hydraul. Speicherwerk 8% bei rd. 230—250 M. Gesamtbaukosten. — Kosten der Arbeit.)

Statistik des Ausbaues der Großwasserkräfte in Oesterreich. Mitgeteilt vom Oesterr. Wasserkr.- u. El.-Wirtsch.-Amt. Wien I. „Die Wasserwirtschaft". Wien 1927, Nr. 3, S. 45—70. (Zusammenstellung der sämtlichen vorhandenen und im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen über 500 PS install. Leistung, sowie aller Hochspannungsfernleitungen in sieben verschiedenen sehr übersichtlichen Tabellen.)

Hydraulik.

La terminologia adottata del Servizio hydrografico Italiano. (Die Bezeichnungen beim hydrografischen Amt in Italien.) — „Annali dei lavori publici", 1927, Nr. 5, S. 435—447, m. 8 Abb. (Kurzer Tätigkeitsbericht, Wassermessungs-Einrichtungen; die Bezeichnungen und Zeichen.)

Beitrag zum Kapitel: Verhütung von Kolkungen an Flußwehren. Von Dipl.-Ing. Pfeiffer. — „Schweizerische Wasserwirtschaft", 1927, H. 2, S. 24—27, m. 7 Abb. (Energievernichtung durch gegenläufige Wasserstrahlen am Limmatwehr Wettingen; Pläne und Modellversuchsbilder.)

Rauhigkeits-Koeffizienten von ausgeführten Kanälen, im besonderen von verkleideten und unverkleideten Stollen. Von Ing. Büchi. — „Schweiz. Bauztg.", 1927, Bd. 90, H. 13, S. 163—165, m. 13 Abb. — (Aus Geschwindigkeitsmessungen ermittelte Werte von n in der Formel von Chécy für eine Anzahl ausgeführter Stollen mit verschiedenen Auskleidungen und ohne Auskleidung.)

Modellversuche für das Shannonwehr bei Parteen Villa. Von Prof. Dr. Ludin. — „Bauingenieur", 1927, H. 40, S. 730—735, m. 20 Abb. — (Eingehende Modellversuche i. M. 1 : 50 für das Wehr mit vier Ueberfallöffnungen von je 18 m Breite und zwei mittleren Grundablässen von je 10 m Breite bei 392 m³/sec Wassermenge für jeden Grundablaß bzw. 920 m³/sec für das ganze Wehr unter 7,39—9,42 m Gefälle. Der Felsgrund wurde im Modell durch Kies von 2,5 bis 5 mm ersetzt. Ergebnisse u. a.: Weglassung der unterstromigen Pfeilerverlängerungen und Abrundung der unterstromigen Pfeilerstirnwände befördern die Energievernichtung und Walzenbildung; kurze Schwellen unter den Grundablässen.)

Modellversuche an Kühlwasserkanälen für Kraftwerke. Vom Büro für Wärmewirtschaft der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.G. — „Z.d.V.D.I.", 1927, H. 34, Seite 1195—1199, m. 21 Abb. (Für das Großkraftwerk Klingenberg fanden ausgedehnte Modellversuche über die günstigste Form des Einlaufes und Auslaufes der Kühlwasserkanäle für 15 m³/sec Wasserentnahme und auf die auf vorbeifahrende Schiffe durch die Saugwirkung ausgeübten Kräftewirkungen statt. Einzelheiten der in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Charlottenburg eingerichteten Modellversuche, Strömungsbilder und Ergebnisse mit Abrundungen am Einlauf und Leitschaufeln am Auslauf.)

Eine wirtschaftliche Wasserschloßform. Von Dr.-Ing. Schüler. — „Schweiz. Bauzeitung", 1927, Bd. 89, H. 25, S. 329—331, m. 2 Abb. (Abschätzungsverfahren für die Dämpfungsbedingungen; neue Wasserschloßform mit engem Steigschacht und seitlichem, aus zwei Schrägstollen zusammengesetztem Behälter, so daß Steigschacht nud Schrägstollen die drei Schenkel eines Dreieckes bilden, mit Rückschlagkappe. Diskussion des Ergebnisses.)

Modellversuche für die Hochwasserabführung am Limmatkraftwerk Wettingen der Stadt Zürich. „Bautechnik", 1927, S. 491—493, m. 3 Abb. (Auszug aus „Schweiz. Bauzeitung", 1927, Bd. 89, H. 21 u. 22, S. 275 u. 291: Form des Sturzbodens und der Tosbecken, Wasseroberfläche und Sohlenform. — Vgl. diese Z., Zeitschriftenschau, H. 12, S. X.)

Beitrag zur Kolkverhütung an Wehren. Von Prof. Ludin. — „Schweizerische Wasserwirtschaft", 1927, H. 2, S. 27—29, m. 4 Abb. (Modellversuche über die günstigsten Bedingungen der Bildung von Wasserwalzen bei ebenem, vertieften und mit Keilschwelle versehenem vertieftem Sturzboden. Die Keilschwelle sichert die vorteilhafteste Wasserführung zur Walzenbildung.)

Schützen, Rohrleitungen.

Eine Maschine zum Zerschneiden gußeiserner Rohre. Von P. Mc. Grath. Engineering Wens Record Vol. 98, Nr. 21 v. 26. 5. 27, S. 870, m. 1 Abb. (Beschreibung einer neuen Vorrichtung, mit deren Hilfe man Rohre bis 1,20 m Durchmesser im Rohrgraben bei Verlegungsarbeiten zerschneiden kann.)

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS-UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/I

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif

HEFT 22 — 15. NOVEMBER — 1927

Aus dem Inhalt: Ueber den Einfluß der Rohrleitungen auf den Regulliervorgang. / Die Druckluftarbeiten bei einem Bau des Entnahmewerkes des Achenseekraftwerkes. / Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz. / Rundschau: Wirtschaftliches und Technisches über hydraulische Speicheranlagen. / Neue Planseeprojekte. / Vom Ruhrverband. / Verbandsmitteilungen.

Der

Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V.

gibt sich die Ehre,

zu dem am **Mittwoch, den 7. Dezember 1927,** 17 Uhr (5 Uhr nachm.) pünktlich im **Plenarsitzungssaal des Reichswirtschaftsrats,** Bellevuestr. 15, stattfindenden

VORTRAGS-ABEND

ergebenst einzuladen.

1. Vortrag mit Lichtbildern von Herrn Dipl.-Ing. **Georg Kühne,** Zürich, über „BETRIEBSFRAGEN DER PUMPENSPEICHERUNG"

2. Vortrag von Herrn Rechtsanwalt Dr. **Walter Schmid II,** Berlin, über „DIE ERHEBUNG VON WASSERZINS AN DEN REICHSWASSERSTRASSEN"

Anschliessend Aussprache. Gäste, auch Damen, sind gern willkommen. Anschließend zwangloses **Zusammensein** der Teilnehmer im **Erfrischungsraum des Reichswirtschaftsrats.**

BERLIN-HALENSEE, im November 1927.
Joachim-Friedrich-Straße 50.

Der erste Vorsitzende:
I. A. **Ernst Reichel**
Geh. Reg.-Rat und Professor

Der Geschäftsführer:
Lippert
Regierungsrat

Digitized by Google

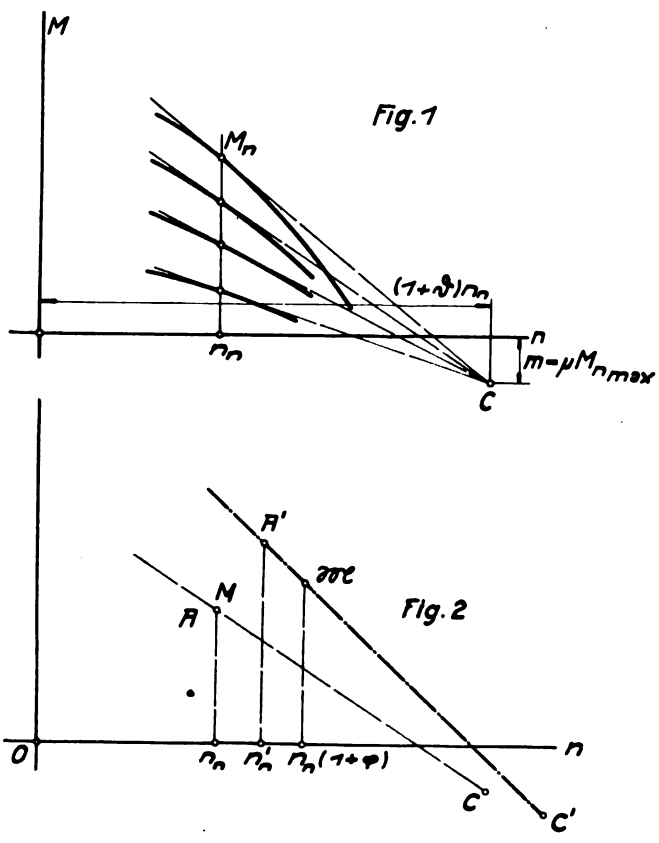
Über den Einfluß der Rohrleitung auf den Reguliervorgang.

Von Prof. Dr. E. Braun, Stuttgart.

In der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1910, S. 145 habe ich eine einfache Beziehung aufgestellt, welche die Massenwirkung des Wassers in der Rohrleitung in der Form einer scheinbaren Vergrößerung der Schlußzeit des Reglers um die 1,35fache Anlaufzeit der Rohrleitung berücksichtigt. Diese Beziehung ist für viele Fälle ausreichend, man kann jedoch eine noch bessere Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse erzielen, ohne die Formel wesentlich verwickelter zu gestalten. Dies soll in folgendem gezeigt werden.

1. Darstellung des Drehmomentes der Turbine während des Reguliervorganges.

Bei konstantem Gefälle, wechselnder Drehzahl und Turbinenöffnung haben die Momentenlinien einer Turbine etwa die in Fig. 1 dargestellte Form. In der Nähe der normalen Drehzahl n_n und innerhalb des Gebietes der Drehzahlschwankungen bei Reguliervorgängen kann man die Momentenlinienschar hinreichend genau durch ein Strahlenbüschel ersetzen, dessen Schnittpunkt durch die Koordinaten $(1+\vartheta)\,n_n$ und $m=\mu M_{n\,max}$ bestimmt ist. Je nach den Eigenschaften der Turbine ändern sich die Zahlen μ und ϑ. Der verhältnismäßige Regulierhub sei x. Das x entsprechende



Drehmoment der Turbine bei normalem Gefälle H_n und normaler Drehzahl n_n ist dann genähert:

1. $$M_n = M_{n\,max}\ 1-x)$$

Wir fragen: Was wird aus M_n, wenn sich während eines Reguliervorganges die Drehzahl auf $n_n\ (1+\varphi)$, das Gefälle infolge der Massenwirkung in der Rohrleitung und Turbine auf $H_n\ (1+\xi)$ erhöht? Infolge der Aenderung des Gefälles ändern sich die Momentlinien der Turbine derart, daß alle Abszissen im Verhältnis $\sqrt{1+\xi}$ wachsen, während die Ordinaten M im Verhältnis $1+\xi$ sich vergrößern. Statt der Geraden 1—1, die die Momentenlinie in der Umgebung der normalen Drehzahl darstellt, erhalten wir die Gerade I—I, Fig. 2. Die Gerade 1—1 ist bestimmt durch die Punkte A (n_n, M) und C $[n_n\ (1+\vartheta), m]$; die Gerade I—I durch die Punkte A' $[n_n\sqrt{1+\xi}, M(1+\xi)]$ und C' $[n_n(1+\vartheta)\sqrt{1+\xi}, m\ (1+\xi)]$.

Nun ist leicht zu ermitteln, welches Moment $\mathfrak{M}$ wir statt M_n erhalten, wenn auch die Drehzahl auf $n_n\ (1+\varphi)$ steigt. Der Einfachheit halber ersetzen wir $\sqrt{1+\xi}$ durch $1+\frac{\xi}{2}$, was ohne wesentlichen Fehler bis $\xi=0{,}5$ möglich ist. Wir erhalten:

2. $$\mathfrak{M}=\frac{(M_n+m)\,(1+\xi)\left[\vartheta\left(1+\frac{\xi}{2}\right)-\left(\varphi-\frac{\xi}{2}\right)\right]}{\vartheta\left(1+\frac{\xi}{2}\right)}-m(1+\xi)$$

und daraus nach kleiner Umformung:

3. $$\mathfrak{M}=M_n\left[1+\xi+\frac{\xi/_2\,(1+\xi/_2)}{\vartheta}-\frac{\varphi\,(1+\xi/_2)}{\vartheta}\right]-\frac{m\,(\varphi-\xi/_2)\,(1+\xi/_2)}{\vartheta}$$

Prüfen wir diese Gleichung an der Erfahrung. Für konstante Drehzahl, $\varphi=0$ erhalten wir:

3a. $$\mathfrak{M}=M_n\left[1+\xi+\frac{\xi/_2\,(1+\xi/_2)}{\vartheta}+\frac{m\cdot\xi/_2\,(1+\xi/_2)}{\vartheta}\right]$$

Nun ist es eine durch vielfache Erfahrungen erhärtete Tatsache,[1]) daß Turbinenleistung und Drehmoment bei konstanter Drehzahl und wechselndem Gefälle mit großer Genauigkeit dargestellt sind durch Gerade, die etwa bei ⅓ des normalen Gefälles die Gefällskoordinatenachse schneiden. (Fig. 3). Wir können daraus schließen, daß es für die meisten Turbinen genügt $m=0$, $\vartheta=1$ zu setzen. Ausnahmsweise kann natürlich auch zum Beispiel bei Francisturbinen sehr hoher spezifischer Drehzahl, die allerdings selten als Rohrleitungsturbinen vorkommen, auf 3a zurückgegriffen werden. Wir erhalten mit $m=0$, $\vartheta=1$ und $\xi/_2\,(1+\xi/_2 \simeq \xi/_2$ für $\mathfrak{M}$ die einfache Beziehung:

4. $$\mathfrak{M}=M_n\,(1+1{,}5\,\xi-\varphi)=M_{n\,max}\ (1-x)\,(1+1{,}5\,\xi-\varphi)$$

Der Einfluß der Drehzahländerung φ ergibt sich am einfachsten, wenn wir die Leistung für konstantes Gefälle und konstante Oeffnung betrachten. Mit $\varphi=0$ wird nämlich:

5. $$\mathfrak{N}=k\,\mathfrak{M}\cdot n=k\,M_n\cdot n_n\,(1-\varphi^2)$$

Die Leistungslinien bei konstanter Turbinenöffnung sind nach Gleichung 5 also Parabeln, deren Scheitel sämtlich bei n_n liegen. Dies trifft bekanntlich bei den kleinen Turbinenöffnungen nicht mehr genau zu, indessen sind die Abweichungen für die Zwecke der vorliegenden Aufgabe wohl vernachlässigbar. Die einfache Formel 4 bringt also das Verhalten der Turbine während eines Reguliervorganges mit wechselnder Drehzahl und wechselndem Gefälle hinreichend genau zum Ausdruck. Allfällig kann auch φ noch einen Beiwert erhalten.

2. Die Drehzahländerung beim Reguliervorgang.

Wir betrachten die bei Gewährleistungen meist vorausgesetzten und bei Regulierproben untersuchten Fälle plötzlicher Entlastung von $\beta\,M_{n\,max}$ aus. Das Drehmoment ist bei dem Regulierhub x nach vorstehendem:

6. $$\mathfrak{M}=M_{n\,max}\,(\beta-x)\,(1+1{,}5\,\xi-\varphi)$$

Ist das Trägheitsmoment der rotierenden Massen J und bezeichnet man wie üblich die Größe $\frac{\pi\cdot n}{30}\cdot\frac{J}{M_{n\,max}}=T_a$ als

[1]) Vergl. z. B. Bachmeteff, Z. f. d. g. T., 1911, S. 7.

Digitized by Google

Anlaufzeit und beachtet, daß für totale Entlastungen das Drehmoment ausschließlich auf Beschleunigung der rotierenden Massen wirkt, so erhalten wir für φ die Gleichung:

7. $$T_a \cdot \frac{d\varphi}{dt} = (\beta - x)(1 + 1{,}5\,\xi - \varphi)$$

deren Integration ergibt:

7a. $$T_a \cdot \varphi_{max} = \int_0^{t_s} (\beta - x)\,dt + 1{,}5 \int_0^{t_s} (\beta - x)\,\xi\,dt - \int_0^{t_s} (\beta - x)\,\varphi\,dt$$

wenn t_s die Zeit zum Durchlaufen des Regulierhubes β bedeutet. Bei modernen Reglern verläuft wenigstens bei größeren Werten von β der Abschluß, abgesehen von einer kurzen Anlaufperiode, mit wesentlich konstanter Geschwin-

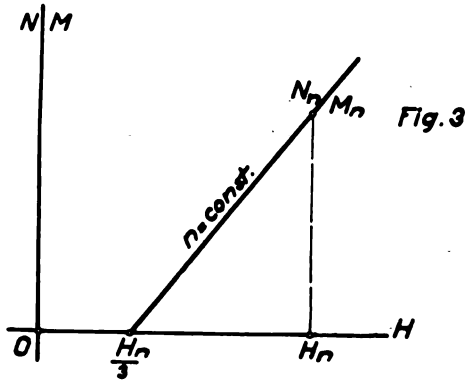


Fig. 3

digkeit. Dem größten Steuerschieberausschlag, der die Schlußzeit T_s ergibt, entspreche ein Pendelhub, dem ein Ungleichförmigkeitsgrad δ_s zugeordnet werden kann, der aus dem ganzen Pendelhub und dem entsprechenden Ungleichförmigkeitsgrad zu bestimmen ist. Der Reguliervorgang verläuft dann fast genau so, als ob eine Unempfindlichkeit des Pendels vom Betrag $\delta_s/_2$ vorhanden wäre und der Regler im übrigen mit der konstanten Schlußzeit Ts arbeiten würde.

Wir erhalten somit:

8. $$T_a\,(\varphi_{max} - {}^1/_2\,\delta_s) = \int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,dt + 1{,}5 \int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,\xi\,dt - \int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,\varphi\,dt$$

Das erste und dritte Integral sind leicht zu ermitteln. Wir können setzen $x = t/Ts$ und erhalten damit zunächst:

$$\int_0^{\beta T_s} \left(\beta - \frac{t}{T_s}\right) dt = \frac{\beta^2}{2} \cdot T_s$$

Für das dritte Integral können wir weiter einen völlig ausreichenden Näherungswert ermitteln, indem wir annehmen, daß die Größe φ zeitlich nach dem parabolischen Gesetz:

$$\varphi = (\varphi_{max} - \frac{\delta_s}{2}) \left[\frac{2t}{\beta T_s} - \left(\frac{t}{\beta T_s}\right)^2\right]$$

verlaufe, was ziemlich genau zutrifft. Damit ergibt sich:

9. $$\int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,\varphi\,dt = \left(\varphi_{max} - \frac{\delta_s}{2}\right)$$

$$\int_0^{\beta T_s} \left(\frac{2t}{\beta T_s} - \frac{t^2}{\beta^2 T_s^2}\right)\left(\beta - \frac{t}{T_s}\right) dt = {}^1/_4\,\beta^2 T_s \left(\varphi_{max} - \frac{\delta_s}{2}\right)$$

Dem Umstand, daß meistens Leistung und Drehmoment schon für einen gewissen endlichen Wert von β—x (etwa 0,1) verschwinden, kann durch sinngemäße Beziehung von T_s auf den Nutzhub Rechnung getragen werden. Ebenso kann die Tatsache, daß die Gleichung 4 die Drehmomente bei kleinen Oeffnungen etwas zu groß liefert, in der Weise berücksichtigt werden, daß der Faktor 1,5 etwas kleiner, etwa zu 1,4 bis 1,35, je nach der Turbinenart angenommen wird. Es bleibt nunmehr noch das Integral:

$$\int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,\xi\,dt$$

zu bestimmen.

3. Die Drucksteigerung ξ.

Die Länge der Rohrleitung sei L m; die Geschwindigkeit des Wassers bei Vollast der Turbinen ($\beta = 1$) c_{max} wir bezeichnen, wenn $g = 9{,}81$ m/sec² die Beschleunigung der Schwere ist, die Größe $\frac{L \cdot c_{max}}{g \cdot H}$ als Anlaufzeit der Rohrleitung. Besteht die Rohrleitung aus einzelnen Zonen mit verschiedener Geschwindigkeit, so tritt an die Stelle von $L \cdot cmax$ die Summe $\Sigma_L \cdot c_{max}$ für die einzelnen Rohrzonen. Die Massenwirkung im Turbinengehäuse, in der Turbine und im Saugrohr sind hierbei zu berücksichtigen[2]). Für die verhältnismäßige Drucksteigerung gilt dann die Differentialgleichung[3]):

10. $$\xi = -T_r \cdot \frac{d}{dt}\left[(\beta - x)\sqrt{1 + \xi}\right]$$

Darin ist allerdings von dem kleinen Einfluß der Drehzahländerung auf die durch die Turbine gehende Wassermenge abgesehen. Auch der Einfluß der Elastizität von Wasser und Rohrwand spielt hinsichtlich des Drehmoments in den meisten Fällen keine wesentliche Rolle, da nur bei Mitteldruckanlagen höhere Druckschwankungen bis zu 50% des Gefälles zugelassen werden, während bei den Hochdruckanlagen, bei welchen der Einfluß der Elastizität wesentlich wird, die zugelassenen Druckschwankungen klein gehalten werden. Wir erhalten damit:

$$J = \int_0^{\beta T_s} \xi\,(\beta - x)\,dt = -T_r \int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\,d\left[(\beta - x)\sqrt{1+\xi}\right]$$

und daraus durch teilweise Intregration:

$$J = -T_r \left[(\beta - x)^2 \sqrt{1+\xi}\right]_0^{\beta T_s} - \int_0^{\beta T_s} (\beta - x)\sqrt{1+\xi}\,d(\beta - x)$$

Hieraus folgt unter Beachtung, daß für $t = 0$, $x = 0$, $\xi = 0$; für $t = \beta T_s$, $x = \beta$ wird, nach dem Mittelwertsatz:

11. $$J = T_r \left(\beta^2 - \sqrt{1 + \xi_m} \cdot \frac{\beta^2}{2}\right)$$

Der zeitliche Mittelwert von ξ ist nach Gleichung 10:

$$\int_0^{\beta T_s} \xi\,dt = \frac{T_r}{T_s}$$

ξ_m in Gleichung 11 hängt vom zeitlichen Verlaufe der Größe x ab. Eine eingehende Untersuchung von Beispielen ergibt, daß für die bei Turbinen praktisch vorliegenden Schlußgesetze mit sehr guter Näherung gesetzt werden darf:

12. $$\sqrt{1 + \xi_m} = 1 + 0{,}4\,\frac{T_r}{T_s}$$

damit erhalten wir weiter für J:

[2]) Angaben hierüber in dem vom Verfasser bearbeiteten Abschnitt der „Hütte", Regelung der Wasserturbinen. 23. Aufl., Band II, S. 307.

[3]) Vergl. z. B. Braun, Druckschwankung in Rohrleitungen. Diss. Stuttgart 1909.

Digitized by Google

13. $$J = \beta^2 T_r \left(1 - \frac{1}{2} - 0{,}2 \frac{T_r}{T_s}\right)$$

4. Schlußgleichung und Diskussion derselben.

Durch Einsetzen von Gleichung 13 und Gleichung 9 erhalten wir:

$$\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{\beta^2/_2 \cdot T_s + 0{,}75\,\beta^2 \cdot T_r \left(1 - 0{,}4 \frac{T_r}{T_s}\right)}{T_a + {}^1/_4\,\beta^2 T_s}$$

oder

14. $$\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{\beta^2}{2} \cdot \frac{T_s + 1{,}5\,T_r \left(1 - 0{,}4 \frac{T_r}{T_s}\right)}{T_a + {}^1/_4\,\beta^2 T_s}$$

Der Einfluß der Veränderung der Drehzahl und des Gefälles während des Reguliervorganges zeigt sich der einfachen gebräuchlichen Formel

$$\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{\beta^2}{2} \cdot \frac{T_s}{T_a}$$

gegenüber darin, daß

1. Die Massenwirkung in der Rohrleitung die Schlußzeit T_s um $1{,}5\,T_r\,(1 - 0{,}4\,T_r/T_s)$ scheinbar vergrößert.

2. Die Veränderlichkeit des Drehmomentes mit der Drehzahl die Anlaufzeit um ${}^1/_4\,\beta^2\,T_s$ scheinbar vergrößert.

Auch für den Fall, daß eine Rohrleitung nicht vorhanden ist, bleibt die Wirkung der Veränderlichkeit des Drehmomentes bestehen. Nur tritt sie meist bei den üblichen kleinen Schlußzeiten für offene Turbinen gegen die Anlaufzeit wenig hervor. Bei Rohrleitungsturbinen muß dagegen um die Drucksteigerung in zulässigen Grenzen zu halten T_r/T_s klein und damit meist T_s groß gewählt werden. Dann darf der Einfluß von $¼\beta^2 T_s$ im Nenner häufig nicht mehr übersehen werden.

Man sieht aus Gleichung 14 sofort weiter, daß für manche Fälle die Glieder im Zähler und Nenner sich ausgleichen können, so daß die einfache Formel $\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{\beta^2}{2} \cdot \frac{T_s}{T_a}$ zu gelten scheint, also die Massenwirkung der Rohrleitung scheinbar nicht zur Geltung kommt. Dies ist natürlich nur scheinbar der Fall infolge der Kompensation durch das Glied im Nenner. Man sieht weiter, daß mit abnehmendem β das Glied im Nenner kleiner wird, während im Zähler sich nichts ändert.

Für $\beta = 1$, Totalentlastung folgt:

15. $$\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{T_s + 1.5\,T_r \left(1 - 0{,}4 \frac{T_r}{T_s}\right)}{T_a + {}^1/_4\,T_s}$$

Die Formel 14 darf für $\beta < 1$ solange verwendet werden, als die Voraussetzungen über Anlaufperiode und konstante Schließgeschwindigkeit einigermaßen zutreffen, was meist für $\beta \geq 0{,}5$ der Fall zu sein pflegt, und läßt sich sinngemäß auch für plötzliche Belastungen von Leerlauf aus mit guter Näherung übertragen.

5. Verwendung der Gleichung.

Bei Mitteldruckanlagen ist bisweilen die Frage zu entscheiden: Druckregler oder Vergrößerung der Anlaufzeit?

Die größte Drucksteigerung tritt meist bei Vollentlastung auf und beträgt bei einer vom linearen Schlußgesetz für die Oeffnung[4]) nicht stark abweichenden Reglerbewegung etwa:

$$\xi_{max} = 1{,}3 \div 1{,}5 \frac{T_r}{T_s}$$

[4]) Ueber die Abhängigkeit der größten Drucksteigerung vom Schlußgesetz Z. f. d. g. T., 1910, S. 166.

Wir wollen den Wert $T_s = \frac{1{,}3\,T_r}{\xi_{max}}$ in Gleichung 15 einsetzen und erhalten damit:

$$\varphi_{max} = \frac{\delta s}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1{,}3 \cdot T_r}{\xi_{max} \cdot T_a} \cdot \frac{1 + 1{,}5 \frac{\xi_{max}}{1{,}3} \left(1 - 0{,}4 \cdot \frac{\xi_{max}}{1{,}3}\right)}{1 + {}^1/_4 \cdot \frac{1{,}3\,T_r}{\xi_{max}\,T_a}}$$

$$\frac{\xi_{max}\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)}{1 + 1{,}15\,(1 - 0{,}307\,\xi_{max})\,\xi_{max}} = 0{,}65 \frac{T_r}{T_a} \cdot \frac{1}{1 + \frac{0{,}325}{\xi_{max}} \cdot \frac{T_r}{T_a}}$$

$$\cong 0{,}65 \cdot \frac{T_r}{T_a}\left(1 - \frac{0{,}325}{\xi_{max}} \cdot \frac{T_r}{T_a}\right)$$

da das zweite Glied im Nenner gegen 1 meist klein ist. Bei der Unsicherheit der Zahl 1,3 können wir noch im Nenner des Linksgliedes $1{,}15\,(1 - 0{,}307\,\xi_{max})$. ξ_{max} genügend genau durch ξ_{max} ersetzen und gewinnen damit:

$$\frac{\xi_{max}\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)}{1 + \xi_{max}} \cdot \left(\frac{T_a}{T_r}\right)^2 - 0{,}65 \frac{T_a}{T_r} + \frac{0{,}2115}{\xi_{max}} - 0$$

woraus folgt:

16. $$\frac{T_a}{T_r} = \frac{0{,}325\,(1 + \xi_{max})}{\xi_{max}\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)}\left(1 + \sqrt{1 - \frac{2\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)}{1 + \xi_{max}}}\right)$$

Das Verhältnis T_a/T_r ist somit unmittelbar in Größen ausgedrückt, die den Gewährleistungen zu Grunde zu legen sind. Durch Näherung der Wurzel wird die Gleichung noch etwas einfacher:

16a. $$\frac{T_a}{T_r} = \frac{0{,}65}{\xi_{max}}\left(\frac{1 + \xi_{max}}{\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)} - 0{,}5\right)$$

Dazu tritt die Bedingung für die Schlußzeit:

$$\frac{T_s}{T_r} = \frac{1{,}3}{\xi_{max}}$$

In einzelnen Fällen kann die Massenwirkung in der Turbine eine gesonderte Behandlung erfordern. Es sei T_r die Anlaufzeit der Rohrleitung, T'_r diejenige der Turbine, dann ist für die Drucksteigerung T_r allein maßgebend, für die Massenwirkung dagegen $T_r + T'_r = (1 + \alpha)\,T_r$. Kommt α gegen 1 wesentlich in Betracht, so ändert sich in den Gleichungen 16 und 16a nur das Glied $1 + \xi_{max}$ in $1 + (1 + \alpha)\,\xi_{max}$.

Wird ein Druckregler verwendet, so hängt die Schlußzeit T'_s nur von der Leistungsfähigkeit des Reglers ab, sie kann meist auf 1,5—2 Sek. herabgesetzt werden. Von dem Einfluß der auch beim Vorhandensein eines Druckreglers auftretenden meist kleinen Drucksteigerung kann abgesehen werden. Die erforderliche Anlaufzeit T'_a wird dann:

$$T'_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{T'_s}{\left(\varphi_{max} - \frac{\delta s}{2}\right)}$$

Der Mehraufwand an Schwungmassen läßt sich damit rasch beurteilen. Einer Anlaufzeit 1" entsprechen bekanntlich pro PS 0,82 kg Schwungmasse reduziert auf 30 m/sec Geschwindigkeit.

6. Beispiel.

Turbine: $N = 1000$ PS, $H = 30$ m.
Rohrleitung: $L = 300$ m, $c_{max} = 2$ m/sec, $Tr = 2'$.
Es soll gewährleistet werden: $\varphi_{max} = 0{,}20 = 20\%$
$\xi_{max} = 0{,}50 = 50\%$

Digitized by Google

Wir vernachlässigen $\frac{\delta s}{2}$ und erhalten zunächst als zulässige Schlußzeit:

$$T_s = \frac{1{,}3 \cdot T_r}{0{,}5} = 5{,}2''$$

damit wird:

$$0{,}20\ (T_a + {}^1/_4 \cdot 5{,}2) = {}^1/_2 \cdot 5{,}2 + 0{,}75 \cdot 2\,(1 - 0{,}4 \cdot 0{,}385)$$

$$0{,}2\,T_a = 2{,}6 + 1\,27 - 0{,}26$$

$$T_a = 18{,}05''$$

Für die Schlußzeit unter Verwendung eines Druckreglers kann $T'_s = 2''$ gewählt werden. Dann ergibt sich:

$$0{,}5 + T'_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{0{,}20};\ T'_a = 4{,}5''$$

Ein gußeisernes Schwungrad würde also bei gleicher Gewährleistung für φ_{max} ohne Druckregler mindestens: $1000 \cdot 0{,}82 \cdot 13{,}55 = 11200$ kg schwerer werden müssen, als mit Druckregler; der Vorteil der geringeren Beanspruchung der Rohrleitung fällt bei der Entscheidung selbstverständlich noch ins Gewicht[5]).

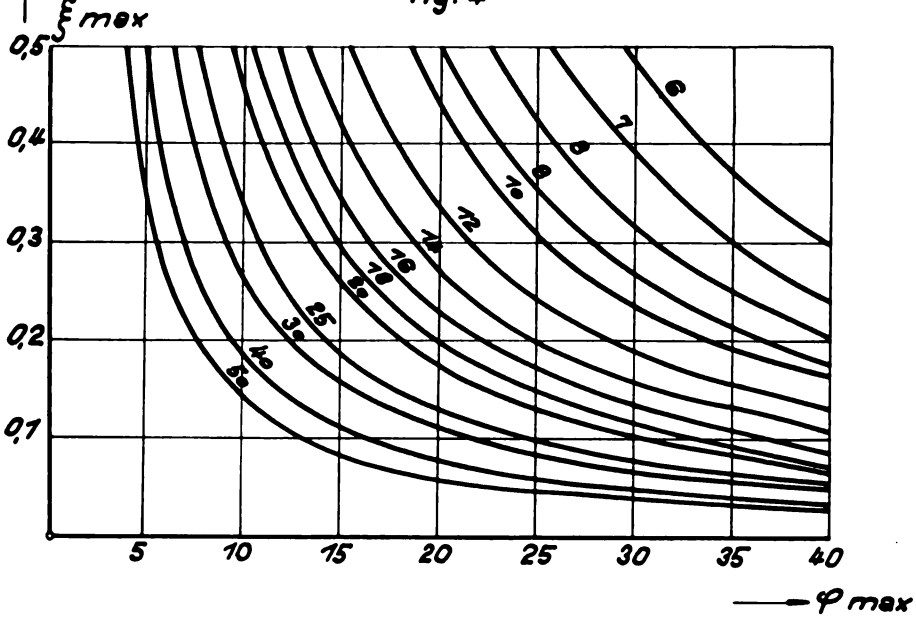
Die Gleichung 16a liefert:

$$T_a = \frac{2 \cdot 0{,}65}{0{,}5}\left(\frac{1 + 0{,}5}{0{,}20} - 0{,}5\right) = 18{,}20''$$

das ist rund 0,8% mehr als die genaue Rechnung.

[5]) Bei dieser Anlage käme auch die Anordnung eines Standrohres unmittelbar vor der Turbine noch in Frage.

Fig. 4



7. Schluß.

Bei der Natur der entwickelten Gleichung 15 ist es unerläßlich, sie an Hand von Erfahrungswerten scharf zu prüfen. Die grundlegenden Annahmen sind nicht so einfach und die Wirkung gewisser Vernachlässigungen und Vereinfachungen nicht so durchsichtig, daß auf eine Prüfung verzichtet werden könnte. Es ist vielmehr sehr wichtig alle Erfahrungen statistisch zu sammeln und systematisch zu verwerten, um daraus für eine Weiterbildung der Formel 15 Grundlagen zu bekommen.

Zu diesem Zwecke eignet sich besonders Gleichung 16. In Fig. 4 sind als Abszissen φ_{max}, als Ordinaten ξ_{max} aufgetragen und in das Koordinatensystem die Linien gleichen Verhältnisses T_a/T_r eingetragen. Die Kurventafel gestattet nun einerseits für bestimmte Gewährleistungen rasch die erforderliche Anlaufzeit zu ermitteln, anderseits aber auch die Gleichung an Hand von Versuchsergebnissen zu prüfen, indem das tatsächlich vorhandene T_a/T_r und das nach der Gleichung zu erwartende mit einander verglichen werden. So lassen sich die theoretischen Kurvenscharen systematisch verbessern.

Ueber die Vorgänge bei partiellen Entlastungen und Belastungen soll später gesondert berichtet werden.

(W. 164.)

Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes.

Von Ingenieur Ernst Hamberger, zugeteilt der Bauleitung der Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. für das Achenseekraftwerk.

(Forts. aus Heft 21, S. 287.)

Während der Caisson C ohne Schwierigkeiten in einem Zuge bis auf festen Grund abgesenkt werden konnte, erlitt die Absenkung des Caissons B infolge einer unbeabsichtigten Unterbrechung der Luftzufuhr und der daraus entstandenen Folgen eine Verzögerung. Am Sonntag, den 6. Juni hing der Caisson B an der Batterie mit seiner Schneide auf Kote 916.50, war also samt Aufbau vollständig unter Wasser. Er steckte bergseits 4,70 m, seeseits 2,10 m im Schlamm, befand sich also bergseits knapp vor dem Aufsitzen auf festen Grund, während er seeseits noch etwa 2 m Schlamm zu durchfahren gehabt hätte. Es trat nun etwa um 3 Uhr nachmittag in der allgemeinen Stromversorgung über die Freileitung infolge Blitzschlag eine Unterbrechung ein. Die Dieselanlage wurde rechtzeitig in Betrieb gesetzt, konnte jedoch den Antrieb der Kompressoren deshalb nicht übernehmen, weil der Kompressorenwärter den Kopf verlor und mehrmals nacheinander durch falsche Schaltungen Kurzschlüsse erzeugte. Dadurch unterblieb die Luftzufuhr zum Caisson für etwa 15 Minuten und der Caisson sank infolge Verringerung des Auftriebes während dieser Zeit um etwa 30 cm, saß infolge seiner momentanen Lage mit der bergseitigen Schneide im festen Material auf, während er auf der Seeseite noch im Schlamm ohne Tragfähigkeit schwebte. Es kam daher wegen der einseitigen Unterstützung der Caissonschneide und der damit verbundenen Verlegung des Schwerpunktes im weiteren zu einer Schiefstellung des Caissons und der Batterie. Der eisenbewehrte Betonkamin lehnte sich infolgedessen an einen Querträger der Batterie und brach knapp oberhalb des Stollenrohres, das ist also an seiner Einspannstelle ab, worauf natürlich die restliche Luft aus der Arbeitskammer des Caissons plötzlich entwich, die Schiefstellung von Caisson und Batterie rasch so weit

Digitized by Google

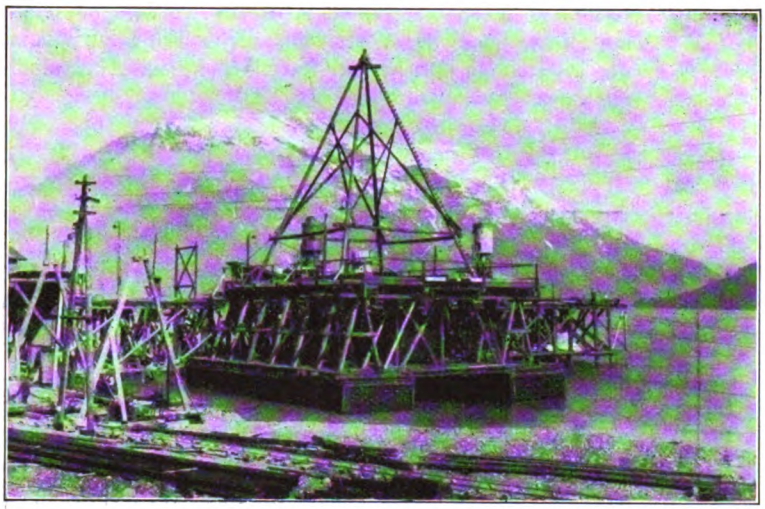


Abb. 7. Schiffsbatterie samt fertigmontiertem Caisson C vor der Ausfahrt an die Absenkungsstelle des Caissons. Im Hintergrund das Caissonaufhängegerüst. Stand Ende März 1926.

fortschritt, bis der Caisson schließlich auch mit seiner seeseitigen Schneide den festen Grund erreichte. Der Caisson mit dem Stollenrohr lag nun zwar in der Rohrachse, jedoch in der Längsrichtung um 2 m geneigt, mit abgebrochenem Kamin im Schlamm, hatte jedoch wie durch den Taucher festgestellt und später durch die Besichtigung von innen bestätigt wurde, keinerlei Schaden genommen.

Die Schiffsbatterie als solche blieb unbeschädigt, die Aufhängevorrichtung jedoch war zum Teil beschädigt. Arbeiter waren nicht zu Schaden gekommen, weil infolg der Sonntagsruhe die Arbeit eingestellt war. Abb. 8 zeigt nun einen Längsschnitt durch den Caisson B während der Wiederherstellungsarbeiten. Es wurde mittels einer an Ort und Stelle rasch angefertigten kleinen Taucherglocke aus Eisenbeton, die über dem Kaminloch auf die Rohrdecke aufgesetzt wurde und dort verblieb, ein neuer Kamin über dem Caisson errichtet, worauf die Arbeitskammer wiederum angeblasen, vom Schlamm entleert und der Caisson langsam in die horizontale Lage gebracht und bis auf seine plangemäße Kote abgesenkt wurde, Abb. 9.

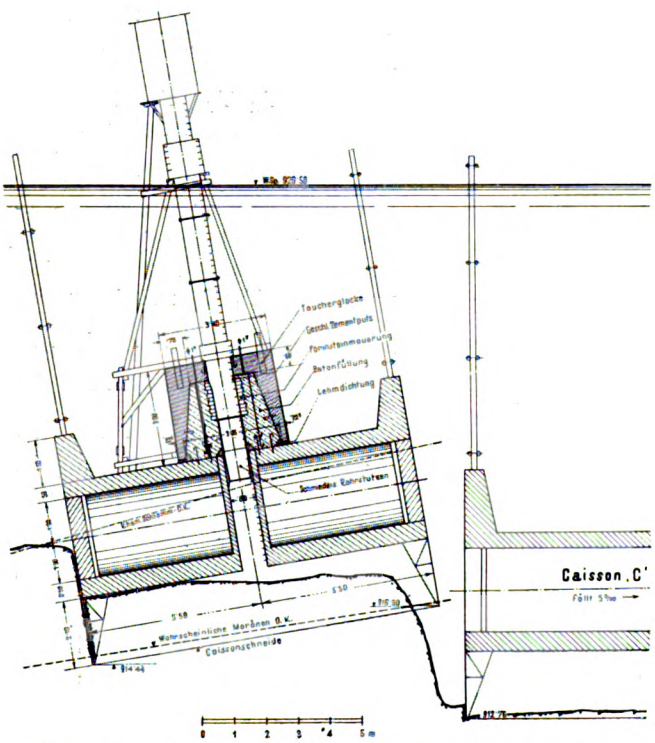


Abb. 8. Längsschnitt durch den Caisson B in seiner schiefen Lage, während der Wiederherstellungsarbeiten.

Anfangs August wurde mit der Absenkung des letzten Caissons A begonnen. Dieser Caisson hat den Rohreinlauf samt Rechen und vorderes Abschlußorgan zu tragen, ist daher breiter und sollte tiefer, bis in die Innschotterschichte, d. h. 22 m unter den Wasserspiegel, abgesenkt werden. Es mußte daher zwischen Caisson und Rohr ein Bauteil eingeschaltet werden, der, weil auch das Gewicht des Caissons samt Aufbau ein bedeutend größeres als bei B und C war, als Schwimmkammern ausgebildet wurde. Die Tragfähigkeit der Schiffsbatterie wurde durch Einbau zweier Schwimmkästen auf 250 t bei 50 cm Freibord erhöht. Oberhalb der Schwimmkammern, es waren 8 Stück, die untereinander durch Fensteröffnungen verbunden waren, kam der trompetenförmige Einlauf zur Betonierung, wurden Rechen und Schütze montiert und darüber die Turmkonstruktion als Eisenkonstruktion ausgeführt (Abb. 10 und 12) und dann alles auf dem Rücken des Caissons abgesenkt. Die erwähnten Herstellungen waren deshalb schwierig durchzuführen, da man mit Wasserwage und Senkel nicht arbeiten konnte, weil sowohl die Batterie, als auch der daran hängende Caisson infolge der Bewegung der Seeoberfläche ständig, jedoch nicht gleichmäßig schwankten.

Die Absenkung des Caissons bis in den Schlamm, das ist bis etwa 15 m unter Wasser, war mit einem beständigen Ausbalancieren der Batterie verbunden, da die Schwerpunkte von Caisson samt Aufbau und der Batterie mit dem Aufbringen neuer Lasten, sowohl in der Längsrichtung als auch der Höhe nach wanderten. Die Aufhängestellen waren im ersten Zeitabschnitt am Caisson selbst, also sehr tief angebracht. Im weiteren wurden diese dann nach oben, knapp unterhalb des Stollenrohres verlegt, wodurch die Sicherheit und Stabilität bedeutend vergrößert wurde. Die größte Belastung der Batterie, somit der gefährlichste Zeitpunkt des Bauvorganges war zur Zeit als der Caisson bis Oberkante Schwimmkammer eingetaucht, das Stollenrohr betoniert war und Rechen, Schützen und Turmkon-

Abb. 9. Der Taucher an der Arbeit. Juni 1926.

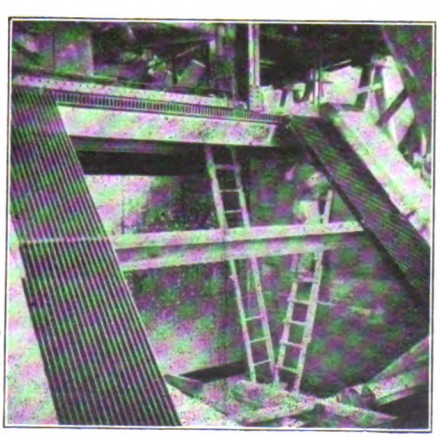


Abb. 10. Rechen- und Schützenmontage auf Caisson A. September 1926.

Digitized by Google

struktion im Aufbau begriffen waren. Bei angeblasenem Caisson und angeblasenen Schwimmkammern war die Schiffsbatterie zwar nur mit etwa 160 t belastet, doch wäre bei vollständigem Abgehen der Luft die Batterie mit rund 450 t belastet worden und daher unrettbar versunken. Die Verwendung einer auch in diesem Ausnahmefall tragenden Schwimmbatterie von rund 500 t Tragkraft wurde in Anbetracht des nur etwa 3 Wochen währenden gefährlichen Zeitabschnittes als unwirtschaftlich angesehen und in Anbetracht aller getroffenen Sicherheitsmaßnahmen gegen Stromunterbrechung und dgl. vom Bau einer solchen abgesehen.

Die Aufhängung des Caissons A erfolgte an 16, B und C an 12 und D—F an 18 Spindeln, die zusammengekuppelt durch einen Windenantrieb maschinell betätigt werden konnten.

In allen Caissons, die Schlamm zu durchfahren hatten, wurde dieser zum größten Teil nicht mittels der Kübel ins Freie gebracht, sondern es wurde „syphoniert", wobei mit Hilfe des im Arbeitsraum herrschenden Druckes das mit Wasser vermengte Schlammaterial in einer Schlauchrohrleitung über Tag, und zwar bis zu einigen Metern über den Wasserspiegel befördert wird. Es zeigte sich jedoch, daß das Syphonieren erst von einer Tiefe von etwa 10 m an mit gutem Erfolg durchgeführt werden konnte.

Nachdem der Caisson A die an dieser Stelle 2—3 m mächtige Schlammschicht, dann die Moränenschicht durchfahren hatte, in welcher er, wie auch die anderen Caissons, abgehängt wurde, gelangte er auf der mittleren Schneidenkote 908.20 über dem Meere in das Schottermaterial, in welchem er auf Kote 907.56 abgestellt wurde. Das Schottermaterial zeigte sich jedoch von einer Schicht feinen Sandes geringer Mächtigkeit durchzogen, weshalb aus besonderer Vorsicht 45 Stück Pfähle (Abb. 12) die Sandschicht durchdringend in den Untergrund geschlagen wurden, deren Köpfe etwa 0,50 m in den hernach eingebrachten Arbeitskammer-Füllbeton reichten.

Nach dem Ergebnis der Probebohrungen vor Bauinangriffnahme und dem entsprechend aufgetragenen Längenprofil hätten nur die Caissons A und H in der Nähe ihrer plangemäßen Schneiden-Endkote die Innschotterschicht erreicht. Die Auswertung der Bohrungen erwies sich jedoch gegenüber dem tatsächlichen Schichtenverlauf als etwas zu pessimistisch, nachdem auch die Caissons G, F, E und zu einem kleinen Teil auch noch D, trotz ihrer geringeren Gründungstiefe in die Schotterschichte gelangten. (Abb. 12).

Das Schließen der Fugen zwischen den auf den einzelnen Caissons abgesenkten Rohrstücken erfolgte auf folgende Weise. Wie schon früher erwähnt, waren vor der Absenkung der Caissons beide Oeffnungen jedes Rohrstückes provisorisch abgeschlossen und über den Rohrenden Aufsatzmauern errichtet worden. Die Fugen und die anschließenden Rohrstücke waren also im allgemeinen in der Längsrichtung des Rohres gegen Einrutschen von Material gesichert. Seitlich wurden diese Fugen durch, im Zuge der Absenkung immer tiefer getriebene Larssenwände abgeschlossen (Abb. 11) und das in der Fuge befindliche Material in die Arbeitskammern der benachbarten Caissons gezogen.

War nun die Fuge leer, die beiden anschließenden Caissons in der richtigen Tiefenlage, meist auch schon die Arbeitskammer des einen ausbetoniert, so wurden die Betonanschlüsse in der Fuge durch den Taucher gereinigt, der Boden geebnet und die etwa 16 m tiefe Fuge mittels Rohrbetonierung unter Wasser mit Beton gefüllt. Man stellte auf diese Weise zwischen den beiden Rohrenden einen Betonpfropfen her. Im weiteren wurde dann der Kamin der anschließenden Caissons im Bereiche des Stollenrohres herausgebrochen. Diese Kamine waren von der Caissondecke bis zu einer Höhe von 7 m darüber, also auch in der Strecke, wo sie das Stollenrohr durchquerten, aus Eisenbeton hergestellt. Das Wasser im Stollenrohr wurde aus demselben durch Einpressen von Luft verdrängt, zu welchem Zweck vorher schon Rohre an der Stollensohle versetzt worden waren, so daß man das Stollenrohr betreten konnte, worauf die provisorischen Abschlußwände und die oben erwähnten Betonpfropfen innerhalb der Stollenlaibung zwischen den Rohrteilen entfernt wurden. An diesen Stellen wurden dann

Abb. 11. Larssenwände bei Fuge G—H für den seitlichen Abschluß der Fuge, vor dem Einrahmen. September 1926.

unter Verwendung von Gußbeton Eisenbetonmanschetten mit einer Stärke von 8 cm eingebracht und dadurch das ganze Rohr fertiggestellt. Der oberhalb des Fugenbetons befindliche Teil der Larsseneisen, die bis über den Wasserspiegel reichten, wurde zurückgewonnen. Sie wurden durch den Taucher mit Hilfe des Unterwasser-Schneideapparates knapp oberhalb des Betons abgeschnitten und gezogen. Seitlich des Fugenbetons verblieben also die Larsseneisen als Schutz der Fuge.

Als Schutz- und Abschlußorgan der Mundöffnung war, wie schon erwähnt, über dem Caisson A ein korbartiger Rechen mit einer lichten Stabentfernung von 3 cm und eine der Höhe nach in zwei Teile geteilte Gleitschütze abgesenkt worden. Diese Schütze war in erster Linie zur Baudurchführung nötig; sie bildete nämlich die bei Inbetriebnahme des Werkes durch Aufziehen leicht entfernbare Abschlußwand des Rohres gegen den See zu, unter deren Schutz die verschiedenen Arbeiten im Stollenrohr ausgeführt werden konnten. Die eigentlichen Absperrorgane für den Betrieb des Werkes befinden sich im Schacht über dem Caisson H, also am bergseitigen Ende der caissonierten Röhre. Es sind dort zwei, der Höhe nach ebenfalls in je zwei Teile geteilte Gleitschützen eingebaut. Der Antrieb geschieht von Hand mittels Zahnstangengetriebes. Der untere, größere Teil jeder Schütze

Digitized by Google

kann nur bei gefülltem Stollenrohr gezogen werden, doch ist die Füllung des Stollenrohres durch Heben des oberen Schützenteiles leicht möglich. Rechen und Schützen wurden durch die Maschinenfabrik Andritz geliefert.

Abb. 12 zeigt das fertiggestellte Stollenrohr in einem Vertikal- und Horizontalschnitt, sowie auch die Grenzlinien der verschiedenen Materialschichten. Man kann daraus entnehmen, daß sich die seitlichen Verschiebungen der einzelnen Rohrenden von der theoretischen Achse bei den fünf seeseitigen Caissons A—E zwischen 5 und 15 cm bewegen, während bei den drei bergseitigen F—H, die im tiefen, drückenden Material abgesenkt wurden, die größte Abweichung 34 cm beträgt. Die größte Achsabweichung zwischen zwei Rohrteilen ist in Fuge E—F infolge Addition der Verschiebungen 25 cm. Die Höhen zeigen Differenzen von 1 cm bis 13 cm. In der Längsrichtung verschob sich merklich nur der Caisson D, so daß sich die Fuge D—C, die mit 90 cm angesetzt war, auf 50 cm verschmälerte. Das Gefälle des Stollenrohres wurde durch Abstellen der Caissons auf verschiedenen Höhen und Schiefstellung derselben erreicht.

Das erzielte Ergebnis, bei dem auf die ausgeführte Art hergestellten Rohre ist trotz der Achsabweichungen, die zum Teil auf die Schwierigkeiten bei der Absteckung, zum Teil auf die Unsicherheiten beim Absenken zurückzuführen sind, sicherlich ein sehr gutes zu nennen. (W. 207.)

(Forts. folgt.)

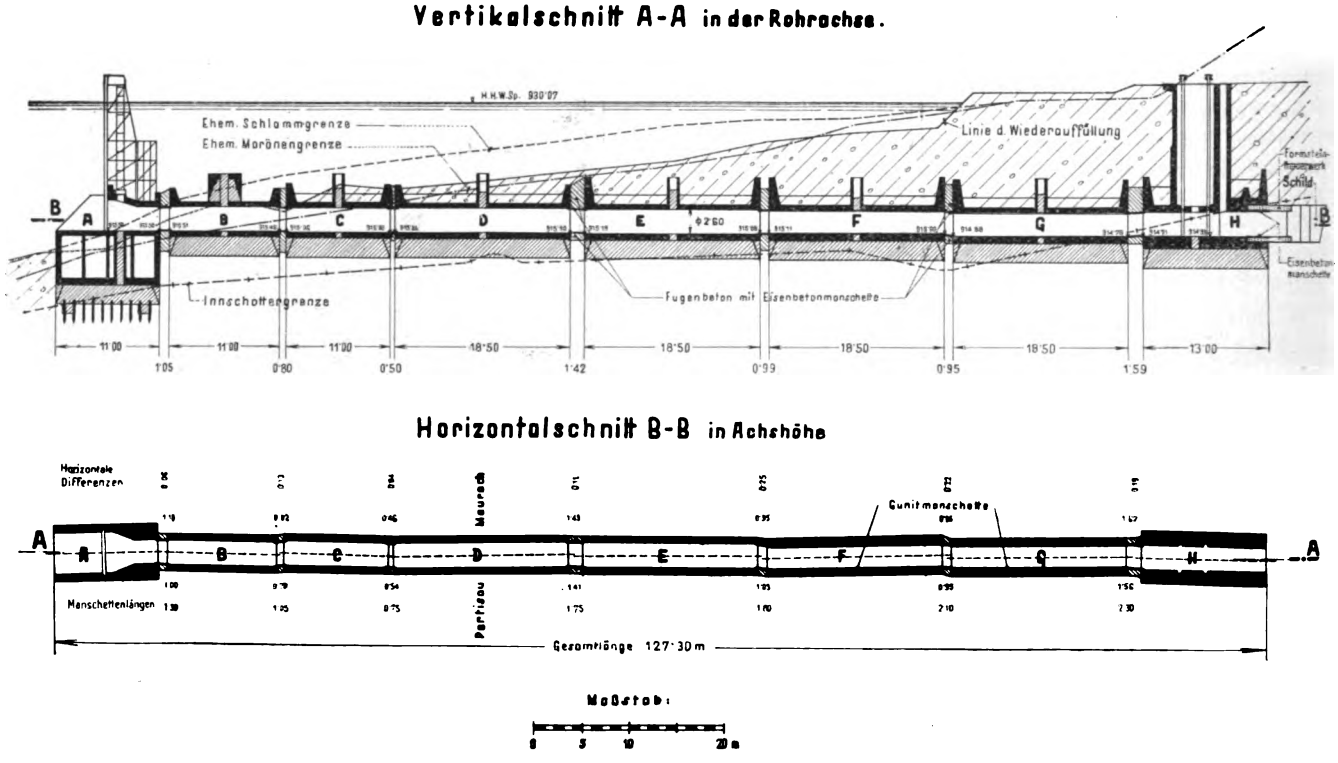


Abb. 12. Fertigstellung des mittels Caissons abgesenkten Stollenrohres.

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz.

Vortrag, gehalten anläßlich der ordentl. Hauptversammlung am 25. April 1927 von Professor Heinrich Heiser, Dresden. des Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraftverbandes

(Fortsetzung aus Heft 27, S. 290)

3. Weiterbearbeitung der Pläne durch Preußen und das Reich mit Rücksicht auf die Speisung des Mittellandkanals.

Den ersten Anstoß zur Weiterverfolgung der Harztalsperrenpläne gab die preußische Regierung dadurch, daß sie die Talsperren als Zubehör der geplanten Mittellandkanal-Verlängerung von Hannover bis zur Elbe durch entsprechendes Gesetz bezeichnete. Die Aufnahme in dieses Gesetz erfolgte meines Wissens in der doppelten Absicht, einmal, um aus den Talsperren die Versorgung des Mittellandkanals mit dem erforderlichen Speisungswasser decken zu können, dann aber auch, und das darf meines Erachtens in dem Widerstreit der Belange nicht vergessen werden, in dem Wunsche, dadurch die Talsperren, die aus sich selbst, das heißt aus dem Erlös der an ihnen gewinnbaren Kraft nicht rentierlich erschienen, von deren großem Wert aber die Staatsregierung überzeugt war, überhaupt erst möglich zu machen. Mit dem Uebergang der Wasserstraßen von den Ländern auf das Reich übernahm dieses die Verpflichtung zum Bau der im Kanalgesetz vorgesehenen Staubecken. Bei näherer Untersuchung der Speichermöglichkeiten schieden die Südwestharztalsperren seinerzeit aus, da sie die erforderlichen Speisewassermengen ohne Schädigung landeskultureller Belange nicht liefern konnten.

Für die Talsperren des Nordharzes, also die Oker, Ecker und Bodetalsperren ist, wie bekannt, — ich verweise hier auf den im Deutschen Wasserwirtschaftsverbande im Dezember 1924 von dem Vorstande des Talsperrenbauamtes Goslar, Herrn Regierungsbaurat Momber, gehaltenen Vortrag[1]) — ein umfassender Plan bearbeitet worden, der in der Oeffentlichkeit deshalb großen Widerständen ausgesetzt war, weil er landeskulturelle Belange nicht genügend gewahrt und lediglich die Notwendigkeiten der Kanalspeisung neben der Kraftwirtschaft berücksichtigt haben soll. Es erübrigt sich hier m. E.

[1]) Deutsche Wasserwirtschaft 1925, Heft 4.

Digitized by Google

auf den Meinungsstreit erneut einzugehen, weil ich glaube nach der Erklärung des Vertreters des Reichsverkehrsministers im Ausschuß des Reichstages annehmen zu können, daß das Reich auf die Inanspruchnahme der Talsperren zur Kanalspeisung verzichtet, sobald sich herausstellt, daß eine Schädigung anderer, vor allem landeskultureller Belange durch diese in einem Umfange eintritt, das sie nicht mehr mit anderen und wirtschaftlich vertretbaren Mitteln abgegolten werden können. Auch die Tatsache, daß als Ersatz für den Verzicht die Notwendigkeit der Weserkanalisierung gefordert die Mittel für Vorarbeiten zu dieser aber aus dem laufenden Haushalt gestrichen sind, glaube ich nicht so deuten zu sollen, als ob dadurch die Gefahr der Inanspruchnahme der Bodesperren in erster Linie zur Kanalspeisung wieder erneut aufgestanden sei. Vor allem läßt die von mir eingangs meines Vortrages erwähnte Nachricht des Amtlichen Preuß. Pressedienstes den Schluß zu, daß die Landeskulturellen Interessen an der Bode, vor allem auch die dort mit zu berücksichtigende Frage der Wasserversorgung des Vorlandes eine Nutzung zu Kanalspeisungszwecken nach Ansicht der Preuß. Staatsregierung ausschließt. Aus dieser Tatsache glaube ich weiter schließen zu sollen, daß auch das von den Landesanstalten für Gewässerkunde und für Wasser-Boden- und Lufthygiene erstattete Gutachten, das der Oeffentlichkeit bisher nicht bekannt geworden ist, zu einem Ergebnis gelangte, nach dem für Zwecke des Kanals ohne Schädigung landeskultureller Belange die notwendigen Speisewassermengen nicht zur Verfügung stehen dürften.

Von privater Seite regten sich nach dem Kriege zuerst die Kräfte wieder im Ober- und Südwestharz.

4. *Pläne für den Ausbau der Oderteichanlagen.*

Wie ohne weiteres erklärlich, standen alle unmittelbar unter den Nachwirkungen des Krieges aufgestellten Pläne stark unter der Einwirkung der in Deutschland vorhandenen Kohlen- und Brennstoffnot; sie verstanden unter Wasserwirtschaft fast ausschließlich Wasserkraftwirtschaft, wie es ja unter der Not des Tages nur zu gut erklärlich war.

Dahin rechnen das Oberharzwerk von Herrn Bergrat Köhler-Recklinghausen.[2]) Köhler will das über der Höhe des auf rund 25 Millionen cbm Fassungsraum zu vergrößernden Oderteiches liegende Niederschlagsgebiet des oberen Harzes in einer Größe von etwa 80 qkm durch Sammelgräben und Stollen an dieses Becken anschließen, die zufließenden Wassermengen dort ausgleichen und sie vornehmlich mit Hilfe von Stollen und Schächten in drei unter Tage liegenden Kraftwerken mit zusammen rund 600 m Gefälle ausnutzen.

Von diesen Werken liegt das erste an der „Steilen Wand" oberhalb Altenau, das zweite bei Clausthal, wo noch die Zuflüsse einer zweiten tieferen Sammelstufe aufgenommen werden, und das dritte bei Gittelde am Auslauf des Ernst-August-Stollens, von dem ein neu anzulegender rund 15 km langer Unterwasserstollen die Kraftwerkabwasser nach Billerbeck in die Leine führt. Ohne hier näher auf die Kosten, die von Köhler in der Oeffentlichkeit immer wieder nur nach Friedenssätzen und zu niedrig, dann auf die Leistungen, die ohne Rücksicht auf Entschädigungen stets wesentlich zu hoch, und den Selbstkostenpreis der erzielten kWh, der entsprechend um ein mehrfaches zu niedrig angegeben wird, einzugehen, soll nur auf einen grundsätzlichen Fehler hingewiesen werden, an dem das Köhlersche Projekt krankt, so daß es deshalb schon die günstigste Nutzung der aufgespeicherten Oderteichwassermengen nicht erreichen würde. Dieser Fehler liegt darin, daß die Ableitung vom Oderteich nach Westen versucht wird, wohin bis Billerbeck die Entfernung in der Luftlinie rund 40 km beträgt, während Vienenburg am Nordrande des Harzes, das nur 25 m höher liegt als Billerbeck, nur 20 km vom Oderteiche entfernt ist.

Daß an sich die günstige Lage des hochliegenden Sammelbeckens des Oderteiches zu einer möglichst weitgehenden Kraftausnutzung der in ihm zu sammelnden Wasserschätze reizen muß, ist selbstverständlich. So hat auch bekanntlich das Talsperrenbauamt Goslar den Ausbau des Oderteiches vorgesehen und dabei die Ableitung nach der Eckersperre vorgeschlagen.

Eine andere Lösung mit Ableitung nach Süden zur Rhumequelle versuchte das Großoderteichprojekt von Professor Franzius im Auftrage der Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover, nachdem Franzius vorher die geringere Wirtschaftlichkeit der westlichen Ableitung festgestellt hatte. An den vielfachen Widerständen der Interessenten in allen Flußtälern scheiterten diese Pläne, deren Grundgedanken trotzdem in manchem wertvoll und beachtlich sind. Meines Erachtens konnten die Verfasser nicht hoffen, ihre Pläne in die Tat umzusetzen, ehe sie nicht anderweit Möglichkeiten schufen, um die in den Tälern der Bode, Oker, Innerste, Söse, Sieber und Bode zu erwartenden Beeinträchtigungen in Trockenzeiten auszugleichen.

5. *Plan Rüther.*

Ein außerordentlich kühner, dafür aber weder wasserwirtschaftlich noch technisch-wirtschaftlich genügend durchgearbeiteter Plan wurde im Jahre 1923 von dem inzwischen verstorbenen Dipl.-Ing. Rüther für das Oder-Sieber-Söse-Gebiet vorgelegt. Abgesehen davon, daß er die Forderungen der Landeskultur ganz außer acht ließ, mußte der Plan als völlig unreif abgelehnt werden.

6. *Erster Entwurfsvorschlag der Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover.*

Es ist das Verdienst der Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover, ihres Vorsitzenden, des Herrn Landeshauptmanns Dr. v. Campe und ihres technischen früheren Leiters Professor Franzius und des Syndikus der Handelskammer Hannover, Dr. Finkenwirth, die den Gedanken der Harztalsperren vor allem am Südwestrande des Harzes nicht zur Ruhe haben kommen lassen und immer wieder trotz wirtschaftlich schwerster Zeiten Mittel und Wege gefunden haben, ihn mit aller Tatkraft zu fördern. Sie haben mit Hilfe der Provinz Hannover in großzügiger Weise die Vorarbeiten für den Südwestharz wieder aufgenommen, die seit der Einstellung der Arbeiten der Techn. Abteilung der Braunschweiger Gesellschaft leider im Südwesten des Harzes geruht hatten, wo besonders bedauerlicherweise auch die notwendigen Niederschlags- und Abflußmengen-Feststellungen nach meinem Fortgang gänzlich aufgehört hatten.

Die Untersuchungen fanden ihren Niederschlag in Entwurfsvorschlägen, die in einer sogenannten „Grünen Denkschrift" der Oeffentlichkeit übergeben wurden.

Auch die Pläne dieser Denkschrift gingen noch von der Voraussetzung aus, daß die Anlagen aus dem Erlös der Krafterzeugung sich selbst tragen müßten. Die Grundsätze für die Bemessung der Beckengrößen werden dort in folgender Weise gekennzeichnet: *Ist es möglich, in Verbindung mit den Speicheranlagen im Westharz überhaupt einen konkurrenzfähigen Preis für die erzeugte Energie zu erzielen? Wieweit können bei einer solchen Lösung Vorteile für die Wirtschaft, insbesondere die Landwirtschaft, erreicht werden? Wie ist es möglich, die Verbesserung der landwirtschaftlichen Belange durch einen erweiterten Ausbau später noch zu erhöhen?* Ganz bewußt also ging diese Denkschrift von dem wasserwirtschaftlich sonst anerkannten Grundsatz ab, die Beckenräume so groß wie möglich zu machen.

[2]) Köhler, Das Oberharzwerk, ein Wasserkraftprojekt. Deutsche Wasserwirtschaft 1924, Seite 203.

Digitized by Google

Man wollte Anlagekosten sparen, um geringste Selbstkosten für die zu erzeugende Krafteinheitsleistung zu erhalten, in der Annahme, dann nur die Durchführung ermöglichen zu können.

Der Entwurfsvorschlag umfaßte (siehe Abb. 1):

1. Die Odertalsperre mit 18,97 Millionen cbm Gesamtraum, 16,18 Millionen cbm Nutzraum und 1,5 Millionen cbm Eisernem Bestande. Der Zufluß wurde angenommen mit 70,6 Mill. cbm (er ist voraussichtlich etwas größer), so daß der Nutzraum weniger als 22,5% des mittleren jährlichen Zuflusses betrug.
2. Eine Untere Siebersperre oberhalb Herzberg in der Sieber mit 15,6 Millionen cbm Gesamt- und 13,3 Mill. cbm Nutzinhalt. Damit faßt der Nutzraum der Sperre nur rund 19% des mittleren jährlichen Zuflusses von rund 70,5 Mill. cbm (der auch hier voraussichtlich noch höher sein wird).
3. Die Sösetalsperre oberhalb Osterode mit 10,75 Millionen cbm Gesamt- und 9,15 Millionen cbm Nutzinhalt bei angenommen 40 Mill., voraussichtlich aber nur rund 33 Millionen cbm Zufluß im Jahre, so daß hier rund 28% Fassungsraum im Verhältnis zur jährlichen Zuflußmenge zur Verfügung stand.

An den drei Sperren zusammen betrug der Gesamtfassungsraum 45,32, Nutzraum 38,63, Hochwasserschutzraum 3,38 und der Eiserne Bestand 3,10 Mill. cbm. Die gesamte Jahreszuflußmenge zu den drei Becken ist rund 175—180 Mill. cbm, so daß der Gesamtbeckenraum nur rund 25%, der Gesamtnutzraum nur rund 22% des mittleren jährlichen Zuflusses ausmacht. An den Talsperren waren rund 7500 PS vorgesehen, die jährliche Energie-Erzeugung war allerdings auf Grund unzulänglicher hydrographischer Unterlagen zu 12,25 Mill. kWh ermittelt.

Die Anlagekosten für die drei Talsperren waren zu 15,3 Mill. Reichsmark = etwa 34 Pf. für 1 cbm Stauraum ermittelt. Das ist ein Betrag, der mit Rücksicht auf die kleinen Beckengrößen für die Verhältnisse des Harzes erfahrungsgemäß als ganz ungewöhnlich niedrig angesehen werden muß. Die spätere genauere Durchplanung der weit größeren Stauräume des endgültigen Planes haben nur für das Oderstaubecken diesen Wert ergeben, für die Sieber stieg er dagegen auf 50 und für die Söse auf 44 Pf. für 1 cbm Stauraum.

Die Jahreskosten einschl. derjenigen der Kraftwerke mußten bei einem Zinssatz von 6% zu rund 1,5 Millionen Mark bei 17,9 Mill. M. Gesamtanlagekosten eingesetzt werden. Damit stellten sich die Selbstkosten der in den Talsperrenkraftwerken allein erzeugten kWh auf rund 11 Pf.

Krafttechnisch das Hauptstück des Entwurfes war die Zusammenfassung der Triebwassermengen der drei Harzflüsse Oder, Sieber und Söse und ihre Ueberleitung mittels Hanggrabenleitung und eingeschaltetem langem Düker nach einem auf der Höhe des Sonnenberges bei Berka anzulegenden Ausgleichbecken von rund 200 000 cbm Inhalt, von dem aus das Wasser mit rund 100 m Nutzgefälle auf Turbinen eines Kraftwerkes arbeiten sollte. Die Gesamtkosten dieser Anlage waren zu rund 8,9 Mill. M. veranschlagt, die Jahreskosten hätten rund 850000 M. betragen, so daß damit die Selbstkosten der erzeugten kWh etwa 2,4 Pf. bei einer Gesamtleistung von rund 35,6 Mill. kWh betragen haben würden. Die Gesamtleistung aller vier Kraftwerke war zu rund 47,8 Millionen kWh ermittelt, die Gestehungskosten betrugen demnach rechnungsmäßig rund 5 Pf. je kWh.

Die Denkschrift enthielt noch weitere Planskizzen für Talsperrenanlagen in der Innerste, Oker, Grane, der oberen Sieber und auch für die Vergrößerung des Oderteiches, ohne daß jedoch die Vorarbeiten für diese Anlagen in gleichem Maße durchgeführt gewesen wären, wie für die näher bezeichneten drei Südwesttalsperren.

Wie ohne weiteres aus den mitgeteilten Zahlen hervorgeht, war die Möglichkeit einer Finanzierung nur aus Einnahmen der Krafterzeugung auf keinen Fall zu erwarten; diese Einnahmen hätten voraussichtlich kaum die Hälfte des benötigten Kapitals zu rechtfertigen vermocht. Man war deshalb auch hier genötigt, den Kreis der Interessenten weiter zu ziehen und es war beabsichtigt, in erster Linie den preußischen Staat und die Provinz Hannover zur Mitübernahme von Kosten in Form verlorener Zuschüsse aus Rücksichten des Hochwasserschutzes und der Landeskultur zu veranlassen.

Wie aber weiter zu erwarten war, fanden jedoch die Pläne in der mitgeteilten Form nicht die Billigung des Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. Mit Recht wurde in erster Linie hervorgehoben, daß mit den geringfügigen Hochwasserschutzräumen eine irgend nennenswerte Einwirkung auf katastrophale Hochwassererscheinungen im Rhume- und Leinegebiet nicht erreicht werden könnte. Weiter wurde ebenso mit Recht bemängelt, daß für einen wirklich beachtlichen Ausgleich des stürmischen Abflusses aus den drei Harztälern die vorgeschlagenen Stauräume mit nur rund 22% der Zuflußmengen eines mittleren Jahres wesentlich zu klein gewählt seien, und schließlich waren die zur Aufstellung der Wasserwirtschaftspläne verwendeten hydrotechnischen Unterlagen noch nicht als einwandfrei zu bezeichnen gewesen, so daß sich kein genügend sicheres Bild der Talsperrenwirtschaft ergab.

7. Wasserversorgung aus Harztalsperren. Inzwischen war durch eine Denkschrift von Professor Geißler (Hannover) vom März 1926 die Frage der Bewässerung von großen Flächen im Leinetale, vor allem aber der Wasserversorgung des Leinegebietes bis einschl. Hannover aus den zu erbauenden Westharztalsperren, in erster Linie der Sösetalsperre erneut aufgeworfen worden. Diese Frage gewann erhöhte Bedeutung, als sich im Laufe des vergangenen Sommers für Hannover die Notwendigkeit einer Vergrößerung der eigenen Wasserversorgungsanlagen herausstellte. Wie in einem Gutachten der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene vom Januar d. J. ausgeführt wrude, ist Hannover wohl noch in der Lage, an einigen anderen Stellen in beschränktem Umfange Wasser zur Versorgung seiner Einwohner und Industrie zu gewinnen. Die Stadt werde aber, so heißt es in diesem Gutachten, trotzdem in nicht allzu ferner Zeit auf die Zuleitung von Harztalsperrenwasser zurückzugreifen genötigt sein. Aehnlich liegen die Wasserversorgungsverhältnisse von Hildesheim, das seine Gewinnungsanlagen im Leinetale bei Poppenburg nicht erweitern kann, weil sich rings um das Brunnen-Entnahmegebiet stark salzhaltiges Grundwasser findet.

Von den Orten im Leinetale oberhalb Hannover hat der größere Teil heute noch keine zentrale Wasserversorgung; selbst größere Gemeinwesen sind auf die Entnahme aus hygienisch keineswegs immer einwandfreien Einzelbrunnen angewiesen. Andere Orte wieder haben zur Vollversorgung nicht ausreichende Anlagen und Quellen, wieder andere haben zwar ausreichende Wassermengen zur Verfügung, das Wasser ist aber entweder sehr hart (in einem Orte bis zu 60 D. H.) oder es ist in hygienischer Beziehung nicht unverdächtig. Die gesamte Industrie des Leinetales bis einschl. der von Hannover, ebenso die Reichsbahn leidet außerdem stark unter der natürlichen und durch die Kaliabwässer künstlich noch vermehrten Härte des oft noch salzhaltigen Grundwassers der Leineniederung.

Da so die Vorbedingungen für den Wasserabsatz aus Harztalsperren an sich als günstig bezeichnet werden konnten, entschloß sich das Westharzsperren-Kuratorium, die Sösetalsperre völlig als Reinwasserversorgungstalsperre zu planen.

(W. 181.) (Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Wirtschaftliches und Technisches über hydraulische Speicheranlagen.

Auszug aus einem Vortrag von Ober-Ing. A. Maas, Ravensburg, gehalten am 16. September 1927 in Wildbad anläßlich der Tagung der Vereinigung der Elektrizitätswerke Württembergs und Hohenzollerns.

Die Wichtigkeit der Spitzenabdeckung ist schon bei der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Elektrotechniker in Kiel[1]) eingehend behandelt worden. Ruths führte aus, daß er nunmehr auch große Kapazitäten zu speichern beabsichtigt, um damit Spitzen zu decken. Da mit der Ruthsspeicherung nur 3—5% der Gesamterzeugung als Spitze abgedeckt werden, fällt der Brennstoffverbrauch nicht wesentlich ins Gewicht. Allerdings kommt Ruths auf einen mittleren Dampfverbrauch von 8,5 kg pro kWh, wobei nicht der Verlust der Turbine, welche im Dampfschleier dauernd mitlaufen muß, berücksichtigt ist. Diese geringe Spitzenabdeckung ist aber für die Elektrizitätserzeugung keineswegs der Idealzustand, sondern es muß angestrebt werden nach Möglichkeit ein einigermaßen gleichbleibendes Band im Schaubild zu fahren und ist es nach Umständen notwendig bis zu ½ der Gesamtlast abzudecken. Damit aber werden die Vorteile, die in dem verbilligten Anlagepreis einer Ruthsspeicherung liegen, aufgegeben, denn die wesentlich höhere Spitzendeckung bedingt einen erheblichen Kostenanteil für die Spitzendeckung. Auch ist noch nicht erwiesen, ob vertikale Ruthsspeicher betriebssicher arbeiten. Der thermodynamische Wirkungsgrad ist bei einem Wärmegefälle zwischen 15 und 1,5 at recht schlecht und die Deckung der kleineren Spitzen beginnt bei der Dampfturbine mit 15 at, während die höchsten Spitzen mit rund der Hälfte Dampfdruck gedeckt werden müssen.

Gercke, Augsburg, sprach in Kiel über die Spitzendeckung mit Groß-Dieselmotoren. Dadurch, daß Gercke, wie auch Ruths, nur einen kleinen Teil der Spitzenleistung aus der Gesamterzeugung in Anspruch nimmt, ist eine wirtschaftliche Deckung größerer Spitzen, wie bei den hydraulischen Speicheranlagen, nicht erreichbar. Auch die so wichtige Momentanreserve kann mit einer Dieselmaschine nicht erreicht werden.

Regierungsbaumeister Berdelle sprach in Kiel über die elektrische Speicherbatterie, die jedoch nur für kleinere Kapazitäten Verwendung finden kann. Da aber der Wirkungsgrad der Akkumulatoren recht ungünstig ist, so sind die Kosten der Spitzenabdeckung selbst bei kleinerer Leistung sehr erheblich.

Geheimrat Reichel aus Charlottenburg verbreitete sich über die hydraulische Speicherung, die insbesondere durch die Speicherung von Dampfkraft eine erhöhte Aufmerksamkeit erfahren hat. Noch auf der Basler Weltkraftkonferenz wurde die Wirtschaftlichkeit der hydraulischen Speicherung von Dampfkraft angezweifelt. Vom Redner waren eingehende Untersuchungen über diese Frage schon im Wasserkraftjahrbuch 1925/26, S. 124, angestellt, mit dem Resultat, daß eine Kohlenersparnis durch den besseren Belastungsfaktor der Dampfkraftanlage eintreten muß. Seither ist aber erwiesen, daß selbst die hydraulische Speicherung von Dampfkraft wirtschaftlich ist, wieviel mehr muß das bei der Ausnützung einer Wasserkraft in Verbindung mit einer hydraulischen Speicherung der Fall sein. Die Ausbaukosten einer hydraulischen Speicherung in Verbindung mit einer vorhandenen Hochdruck-Wasserkraftanlage, wenn also nur Pumpwerks- und Turbinenanlage bei vorhandenem Speicherbehälter zu erstellen sind, betragen nicht mehr wie M. 50.— bis 80.— kW. Aber auch bei einem reinen Pumpenspeicherwerk ergibt sich eine überlegene Wirtschaftlichkeit zugunsten der hydraulischen Speicherung.[2]) Es ist nicht angängig, die Ausbaukosten pro kW als Vergleichsmaßstab für die Wirtschaftlichkeit heranzuziehen, insbesondere da der Kapitaldienst bei Wasserkraftanlagen um etwa 50% niedriger ist als bei Wärmekraftanlagen[3]).

Wenn also Ruths die Ausbaukosten mit M. 140.— kW annimmt, so dürfen sie unter gleicher Voraussetzung bei Pumpspeicherwerken M. 210 — kW betragen. Bei Ruths stellen sich die reinen Kohlenkosten pro kWh auf mindestens 2,2 Pf. außer den Veredlungskosten. Die reinen Kohlenkosten bei hydraul. Speicherung von Wärmekraftenergie betragen auf gleicher Basis berechnet nur $\frac{2{,}2}{1.65} \simeq 1{,}35$ Pf. pro kWh, da eine Kohlenersparnis, zum mindesten aber kein Mehrverbrauch eintritt. Das besagt, daß die Ausbaukosten der hydraulischen Speicherung noch wesentlich höher liegen können, ohne daß die Grenze der Wirtschaftlichkeit erreicht wird.

Bei Dieselmaschinen stellt sich der reine Brennstoffverbrauch ohne Veredlungskosten auf etwa 3,4 Pf. pro kWh, also ist der Dieselmotorenbetrieb für Spitzendeckung noch unwirtschaftlicher.

Es interessiert in der Hauptsache, wie hoch eigentlich die Ausbaukosten der hydraulischen Speicherung pro kWh sich stellen dürfen. Ministerialdirektor Gleichmann vom Verkehrsministerium hat in der Diskussion in Kiel sehr aufschlußreiche Angaben hierüber gemacht[4]), indem er feststellt, daß bei Pumpspeicherung mit einem Grenzbetrag von M. 590 pro kW noch gerechnet werden darf, ohne daß man Gefahr läuft, daß die Speicheranlage unwirtschaftlich arbeitet. Die Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicherung hat sich deshalb so günstig gestaltet, weil die Wirkungsgrade von Turbinen und Pumpen in dem letzten Jahrzehnt um insgesamt 15—18% gesteigert werden konnten, so daß der Gesamtnutzeffekt einer Speicheranlage einschließlich Transformatoren, Eigenbedarf und Betriebsverluste je nach Größe der Anlage bis zu 65% und darüber betragen kann.

Während früher die wirtschaftlichste Gefällshöhe erst ab 75 m bezeichnet wurde, haben diesbezügliche eingehende Rentabilitätsberechnungen der letzten Jahre ergeben, daß selbst Gefälle bis zu 20 m unter besonderen Verhältnissen noch zur Speicherung herangezogen werden können[5]). Eine derartige Anlage ist bereits im Bau.

Beim Vergleich der verschiedenen Speichermöglichkeiten läßt sich ein wichtiger Punkt nicht durch Zahlen bewerten. Das ist die große volkswirtschaftliche Bedeutung der restlosen Erfassung der weißen Kohle durch die Pumpspeicherung. In der hydraulischen Speicherung liegt außerdem eine nicht hoch genug zu bewertende Betriebsreserve, die das Speicherwerk vollständig unabhängig vom Mutterwerk betreibt, dabei ist die Betriebssicherheit einer Wasserkraftanlage ungleich höher als jede andere Stromversorgung. Auch die Verwendung des Speicherwerkes als Momentanreserve bietet selbst bei großen Ausmaßen keine Schwierigkeiten.

Im Anschluß an diese Ausführungen wurden verschiedene nach dem Kriege erstellte oder in Ausführung begriffene

[1]) Bericht über die Kieler Tagung siehe diese Z. 1927, H. 17, S. 232; vgl. auch die Gegenüberstellung der verschiedenen Speicherarten hinsichtl. Kapazität und Kosten, ebendort S. 230.

[2]) Vgl. die Kostengegenüberstellung, a. a. O., S. 230.

[3]) Vgl. auch Werner in E.T.Z. 1927, H. 41, S. 1476.

[4]) Aussprache im Anschluß an die Kieler Vorträge, ausführlich wiedergegeben im „E. T. Z." 1927, H. 42, S. 1535.

[5]) Als Beispiel hiefür sei auf das Projekt einer solchen Anlage verwiesen, diese Z. 1927, H. 21, S.

Digitized by Google

Speicheranlagen an Hand von Lichtbildern kurz beschrieben. Es sind dies die Speicheranlagen: Ueberlingen, Fridingen, Tübingen, Schwarzenbachwerk, Reutlingen, Zweribach, Tremorgio, Mittweida, Niederwartha, Leitzachwerk und Hemfurth. (W. 277.)

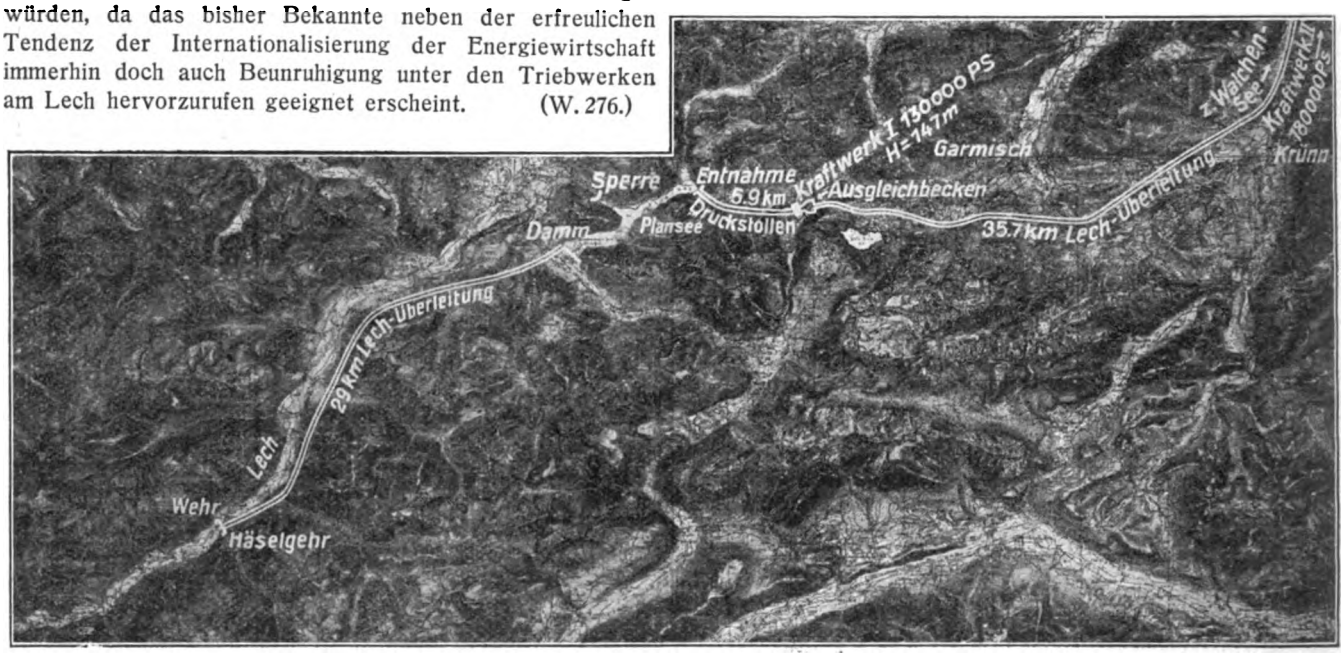
Neue Planseeprojekte.

In Ergänzung der in Heft 18, Seite 253 dieser Zeitschrift gemachten Mitteilungen über das Großprojekt der Ueberleitung des Lech von Haeselgehr über den Plansee (Kraftwerk I) zum Walchensee (Kraftwerk II) bringen wir noch eine Kartenskizze mit der Einzeichnung des ungefähren Verlaufes und die hauptsächlichsten Daten dieses Projektes.

Es wäre zu begrüßen, wenn insbesondere über die in die Wasserwirtschaft einschneidenden Fragen, über den gedachten Absatz der Arbeit und über die Frage der Entschädigung der Lechanlieger nähere Mitteilungen erfolgen würden, da das bisher Bekannte neben der erfreulichen Tendenz der Internationalisierung der Energiewirtschaft immerhin doch auch Beunruhigung unter den Triebwerken am Lech hervorzurufen geeignet erscheint. (W. 276.)

Vom Ruhrverband.

Eine Mitteilung über neue große Bauvorhaben des Ruhrverbandes macht zurzeit die Runde durch die Presse. Der Ruhrverband teilt mit, daß diese Zeitungsnotizen unzutreffend sind. Es handelt sich bei Herdecke lediglich um den Ausbau des vom Ruhrverband seit Jahren gekauften Kraftwerkes Hoesch; insbesondere soll in das massive Wehr eine Spülschleuse gebaut werden. Die Annahme, daß bei Herdecke ein zweiter Hochspeicher gebaut wird, ist irrig und wohl darauf zurückzuführen, daß auf Wunsch der Gemeinde Herdecke der Hochspeicher Hengstey „bei Herdecke" genannt wird. Weitere Pläne kommen zurzeit nicht zur Ausführung. Eine geplante Flußkläranlage bei Heisingen mußte mit Rücksicht auf die Bergsenkungen und die hohen Grundstückspreise aufgegeben werden. (W. 292.)



DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Elgawe-Tagesfragen. Dieses zweimal wöchentlich erscheinende Nachrichtenblatt berichtet in kurzer Zusammenfassung über alle für die Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwirtschaft wichtigen, wirtschaftlichen, sozialpolitischen und juristischen Fragen. Die Schriftleitung steht in enger Verbindung mit den einzelnen Werken und Verbänden, sowie mit den Behörden, Parlamenten und der Presse und ist deshalb in der Lage eine schnelle und sichere Information zu gewährleisten, sowie zu allen einschlägigen Fragen umfangreiches Material zu beschaffen. Weiter haben die Abonnenten die Möglichkeit eigene Informationen durch die Elgawe-Tagesfragen in die Oeffentlichkeit zu bringen. Die Annahme, daß die in den Elgawe-Tagesfragen behandelten Fragen auch für unsere Mitglieder von Wichtigkeit seien, veranlaßte uns, die Schriftleitung um probeweise Belieferung derselben zu bitten. Die Elgawe-Tagesfragen gehen daher seit Ende September unseren Mitgliedern kostenlos zu. Wir können den Bezug der Elgawe-Tagesfragen unseren Mitgliedern nur empfehlen. (W. 293.)

Die Geschäftsführung.

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/II

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. - Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif

HEFT 23 — 1. DEZEMBER — 1927

Aus dem Inhalt: Die Oberhasli-Werke. / Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes. / Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz. / Meßdüsen bei Wasserkraftanlagen. / Rundschau: Bedienungslose Wasserkraftanlage Higashiyama in Japan. / Literatur. / Zeitschriftenschau. / Buchbesprechungen. / Deutsche Patentschau. / Verbandsmitteilungen.

Die Oberhasli-Werke.

Von Reg.-Baurat Fr. Lippert, Berlin.

Die Grimselstraße führt auf ihrem Wege von Gletsch nach Meiringen über die Höhe des Grimselpasses (2175 m) und stellt so die Verbindung zwischen den Quellgebieten von Rhone und Aare her.

Von der Paßhöhe der Grimsel bietet sich ein Hochgebirgsbild von gewaltiger Schönheit. Eingerahmt von Bergesriesen liegt 300 m tiefer der zweibuchtige Grimselsee; er ist eingebettet in einen kahlen Granitkessel, an dessen Flanken allenthalben die diluvialen Gletscherschliffe erkennbar sind. Hier ist seit einiger Zeit, in ständigem Kampfe mit den Naturgewalten und dem Felsgestein, ein großzügig angelegtes Bauwerk im Entstehen begriffen, nämlich das Kraftwerk Grimsel-Handeck mit 120000 PS Höchstleistung, die oberste Stufe der von der Bernischen Kraftwerke A.-G. geplanten dreistufigen Oberhasli-Werke.

Die neuzeitliche Energieversorgung verlangt nach dem Bau großer Speicherwerke, die Spitzenkraft zu liefern vermögen. Die Hochgebirgsflüsse haben im Winter ihre geringste Wasserführung; ihre Wasserkraftleistung ist also gerade dann am kleinsten, wenn der Bedarf an Energie, vor allem für Beleuchtung, am größten ist. Infolgedessen muß die Schweiz für die Sicherung ihres Mehrbedarfes an Energie im Winter besorgt sein. Diesem Zwecke dient auch zum Beispiel die vor kurzem in Betrieb genommene Wäggitalsperre. Hier mußte dem Stausee eine große Fläche urbares Land mit zahlreichen Siedlungen zum Opfer fallen; die Stauseen des Grimselwerkes liegen dahingegen in einer Höhe, in der der Eishauch der Gletscher kein Leben aufkommen läßt, so daß ihre Wasser nur kahle Felsen umspülen werden. Lediglich das alte, am Ufer des Grimselsees gelegene Hospiz ist dem Untergange geweiht. An seiner Stelle ist bereits oben auf dem Granitriegel des Nollen, der den Abfluß aus dem Grimselsee nach der Talseite hin absperrt, eine größere und schönere Unterkunft errichtet worden, in deren Räumlichkeiten der Wanderer später Einkehr halten wird. Vorläufig dient das langgestreckte Logierhaus der Unterbringung von Bauarbeitern, während das Hotel im Rohbau gerade fertiggestellt ist.

Der Sommer ist hier im Grenzgebiet des ewigen Eises von kurzer Dauer. Man kann nur mit 100—120 Arbeitstagen im Jahre rechnen, an denen mit der vollen Belegschaft von rund 1000 Mann gearbeitet werden kann. Der einzige Verkehrsweg in das Baugebiet war bei Baubeginn die Grimselstraße; sie ist gewöhnlich während 8—9 Monaten im Jahre durch Schneefall und Lawinen unfahrbar gemacht. Da es auch nahezu unmöglich wäre, die ungeheuren Mengen von Baumaterialien während der kurzen Sommermonate auf Lastfuhrwerken in das Hochgebirge hinaufzubringen, entschloß man sich, vom Endpunkt der Eisenbahn in Innertkirchen aus eine Luftkabelbahn zu erbauen, die in einer Länge von 18 km das ganze Haslital durchzieht bis hinauf zum Gipfel des Grimselnollen. Die Traggestelle für die beiden dicken Stahldrahtkabel sind meist aus Tannenstämmen zusammengezimmert; ihr Abstand voneinander reicht oft bis 500 m und beträgt am Räterichsboden sogar bis 1000 m. Das Zugseil wird von drei Antriebsstellen aus in Gang gesetzt und reißt jede Minute ein neues Transportgefäß mit auf die luftige Reise, die stellenweise mehr als 100 m über dem Talboden dahinführt. Diese Kabelbahn

Digitized by Google

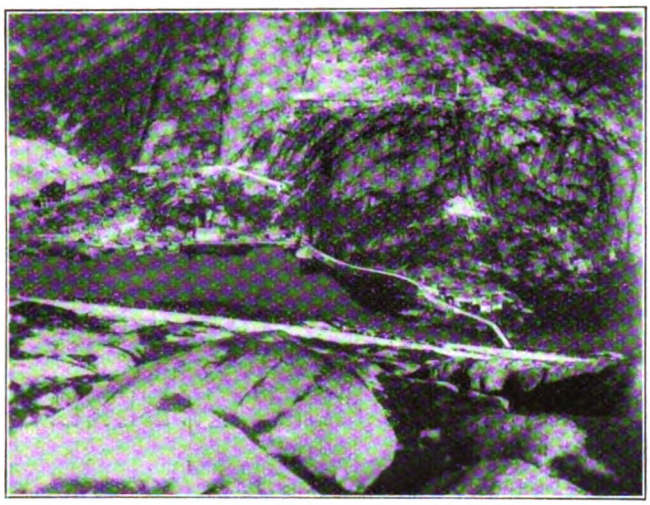


Abb. 1. Die Buchten des Grimselsees.

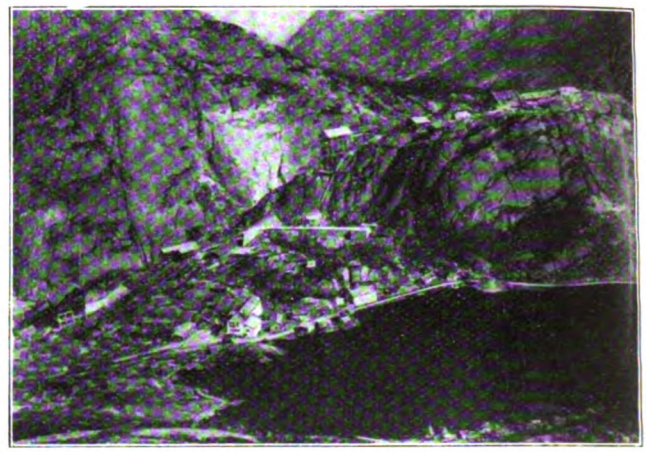


Abb. 2. Grimselsee und Stollen mit dem neuen Hospiz.

bildet das Rückgrat der Materialversorgung; sie wird ganz zur Geltung kommen, wenn der Bau der Staumauern eine ununterbrochene Zufuhr von Zement aus den großen, an der Ausgangsstation in Innertkirchen errichteten Silos verlangt. Im Winter bildet sie die einzige Gelegenheit für Personentransporte talauf und -ab. Trotz Lawinen und Winterstürmen ist es auf diesem Wege möglich, daß auch während des langen Winters einige hundert Mann an der Grimsel, am Gelmersee und in den Stollen arbeiten können. Nach dem Gelmersee führt auf halbem Wege zwischen Handeck und Grimsel ein Seitenast der großen Kabelbahn. (Abb. 3.)

Für schwere und sperrige Güter führt von der Handeck noch eine besondere Standseilbahn von 1 m Spurweite hinauf nach dem Gelmersee. Ihre Länge beträgt 1100 m und ihre maximale Tragfähigkeit 10 t; mit einer größten Steigung von 105% ist sie die steilste Drahtseilbahn der Welt. Oberhalb des Handeckfalls ist ein kleines Baukraftwerk in Betrieb, das aus dem Gelmersee gespeist wird. Die Kraft reicht aber für den Betrieb der Kabelbahnen, der Kompressoren zur Drucklufterzeugung sowie zur Erzeugung von Licht- und Heizstrom an den zahlreichen Wohn- und Arbeitsstätten nicht aus. Weitere Energie liefert daher eine über den Brünigpaß führende Kraftleitung vom Lungernwerk her.

Allenthalben stößt der Besucher des Oberhaslitales auf Bauvorbereitungen, die nun schon über 2 Jahre im Gange sind. Von den eigentlichen Bauten selbst ist bisher nur wenig zu sehen. Die Bauzeit des obersten Werkes ist auf 8 Jahre veranschlagt. Am Grimselsee werden zwei Sperrmauern gebaut werden; die eine im Aarebett, da, wo der Fluß den Grimselnollen von dem Juchlistock in einer engen Schlucht abtrennt. (Abb. 4.) Hier wird die Spitallammsperre (Lamm=Klamm) erstehen, deren Mauerkrone mehr als 100 m über dem heutigen Aarebett liegen wird. Die Stärke der Mauer wird unten 65 m und oben 5 m, die entsprechenden Längen 70 bzw. 248 m betragen; die Masse der Mauer stellt sich auf 340 000 m³. Im Grundriß folgt die Mauer einem Bogen von 90 m Radius; sie stützt sich beiderseits in mächtigen Widerlagern gegen die Bergflanken und stellt statisch eine Kombination einer Schwergewichtssperre mit einer Bogenstaumauer dar. Abb. 5 zeigt die klaffende Wunde, die man der Uferwand des Juchlistockes bisher beigebracht hat. Angeseilt oder auf steilen Leitern kleben die Mineure an dieser Wand und bohren mit Drucklufthämmern Sprenglöcher in ihren Leib, um die Wunde zu vertiefen, gegen die die Mauer sich später abstützen soll. In mehr als 100 m Höhe über der Flußsohle sieht man vier große Löcher ausgesprengt, in denen die Stahlseile für vier Kabelbahnen verankert werden sollen, die senkrecht die Aarlamm überspannen und zur Beschickung der Mauer mit Beton dienen werden. Am Westhang des Nollengipfels ist die große Betonbereitungs-Anlage im Bau (vgl. Abb. 6), in der vier Betonmisch-Maschinen mit einer Stundenleistung von zusammen 200 m³ in Aufstellung begriffen sind. Neben vier Kabelbahnen mit ihren beweglichen Fahrkranen sind allseits bewegliche Gießrinnen vorgesehen, durch die der plastische Beton der Baugrube zugeführt werden wird. Kies und Sand wird aus dem Aareboden entnommen. (Abb. 7.) Zu diesem Zwecke ist einmal in unmittelbarer Nähe der Baustelle ein Bagger angesetzt, zum anderen wurde

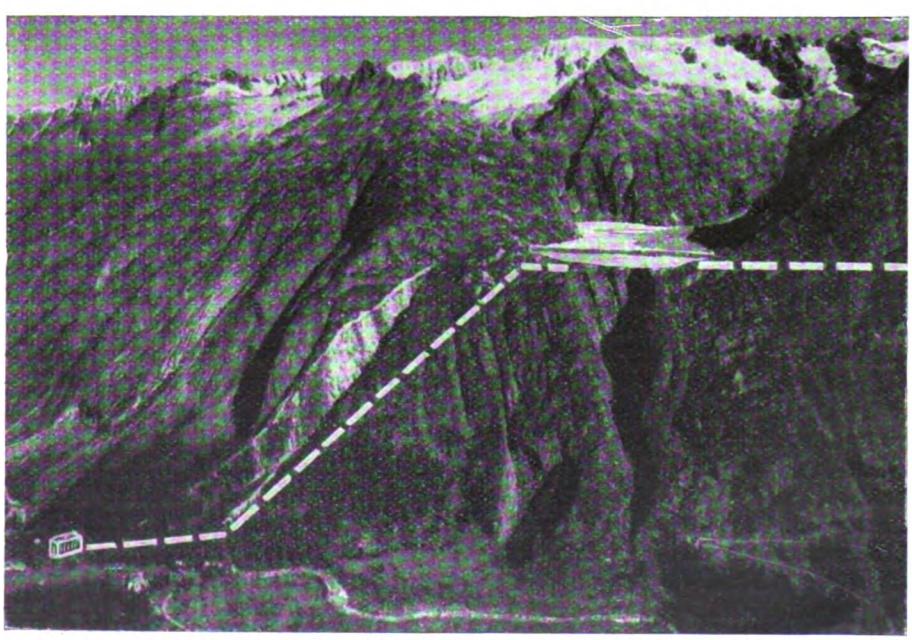


Abb. 3. Gelmersee und die künftige Zentrale Handeck.

Digitized by Google

am Nordhang des kleinen Siedelhorns ein Bahnkörper ausgesprengt, der bis in die Nähe des Fußes des Unteraaregletschers führt. Von hier wird aus dem Aareboden Sand und Kies zum Südwesthang des Nollen gebracht, und dort in großen Mengen vorläufig aufgehäuft, bis mit dem Bau der Staumauern begonnen wird. Diese Aufstapelung ist deshalb notwendig, weil der Stau sobald als möglich, wenn auch vorläufig nur teilweise, errichtet werden soll, und alsdann die Zufuhr von Baumaterial wesentlich erschwert ist.

Der Wasserspiegel des jetzigen Grimselsees wird durch den Stau von Ordinate + 1875 m über NN auf + 1912 m über NN gehoben; der Inhalt des Stausees beträgt alsdann rund 100 Mio m³, seine Länge rund 6 km. (Abb. 8.) Der Stau wird bis in den Fuß des Unteraaregletschers hineinreichen, wodurch ein Teil der Gletscherzunge zum Abschmelzen kommen wird. Diese reicht heute etwa bis Knote + 1895 bis + 1900 über NN. Der Gletscher befand sich um das Jahr 1870 herum in einem Vorstoßmaximum, über das er seit Menschengedenken nicht herausgekommen ist. Seitdem befindet er sich wieder in langsamem Rückgange, und zwar um durchschnittlich 8 m im Jahr. Da die Gletscherbewegung periodisch vor sich zu gehen pflegt, wird man neuerdings wieder mit einer Vergrößerung der Gletscherzunge zu rechnen haben. Nach dem Einstau wird indessen der Gletscher in einer in den Stausee abfallenden Eiswand enden, und seine Moränenmassen werden sich am Seeufer ablagern. Die dadurch entstehende Auflandungsmasse wird für den Zeitraum von 100 Jahren auf höchstens 1 Million cbm geschätzt; auch die Beeinträchtigung der Beckengröße durch den Schleifschlamm der Grundmoräne wird für die nächsten Jahrhunderte für bedeutungslos gehalten.

Die Anspannung des jetzigen Grimselsees um rund 37 m macht aber noch eine zweite kleinere Absperrung notwendig, nämlich an der Seeuferegg. Hier wird auf dem Grat, der den Nollen mit dem Westhang der Gerstenhörner verbindet, eine gerade Schwergewichtsmauer von 30 m größter Höhe und 290 m Gesamtlänge errichtet (Mauerinhalt = 70 000 cbm). Die Sprengungsarbeiten haben hier gerade erst begonnen. Ueber die Mauerkrone der Seeufereggsperre wird eine Abzweigung von der Grimselstraße zum neuen Hospiz auf den Nollen führen. Soweit die alte Grimselstraße durch den Stau unter Waser gesetzt oder abgeschnitten wird, wie zum Beispiel in der Spitallamm, sind bereits vor einigen Jahren als erste Arbeit am Hang der Gerstenhörner zwei neue Kehren angelegt worden. Die neue Straße folgt alsdann in Kronenhöhe der künftigen Seeufereggsperre ein Stück weit dem Seerande und mündet dann wieder in die alte Straße ein (vgl. Abb. 9).

Von dem Grimselsee führt ein 5221 m langer Druckstollen von 2,6 m Durchmesser in der Westflanke der Gerstenhörner und des Schaubhornes nach dem vormals in stiller Einsamkeit träumenden Gelmersee (vgl. Bild 3). Da der Abstand des Stollens von der Felsoberfläche überall mindestens 100 m beträgt, ist im allgemeinen keine Ausmantelung vorgesehen. Der Stollen wird auf der Strecke vom Nollen zum Gelmersee von mehreren Querstollen aus zweiseitig vorgetrieben und ist seit 9. Oktober in seiner ganzen Länge durchbrochen. Heller Granitschutt hebt die Lage der Baufenster von dem verwitterten Fuße der Gerstenhörner ab. Das Gelmertal ist nur etwa 1 km lang und stößt dann gegen steile Seitentäler. Die Anstauung des Gelmersees auf die gleiche Höhe wie auf die des Grimselsees wäre infolge der notwendig werdenden Ausdehnung der Gelmersperre unwirtschaftlich. So wird auf Grund der natürlichen Verhältnisse das Grimselbecken zum Haupt- und das Gelmerbecken zum Nebenspeicher. Der Ausfluß aus dem Gelmersee, der bisher die Schmelzwasser vom Gelmer- und Diechtergletscher in stiebenden Fällen von 400 m

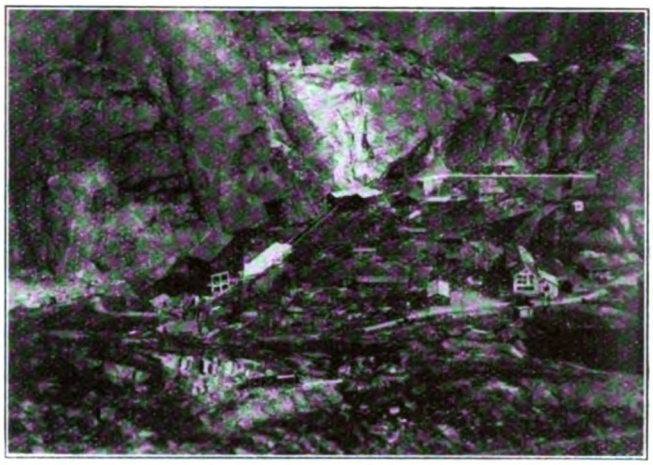


Abb. 4. Die Baustelle in der Spitallamm.

Höhe der Aare zuführte, wird durch eine gebogene Schwergewichtsmauer von etwa 30 m Höhe und 384 m Kronenlänge abgeriegelt (Mauerinhalt = 90 000 m³). So entsteht ein Staubecken von 13 Mio m³ Inhalt; die höchstzulässige Wasserspiegelhöhe des Gelmersees liegt auf Ordinate + 1852 über NN. Sobald dieser Stand erreicht ist, wird der Zufluß aus dem Grimselbecken automatisch abgesperrt. Zu diesem Zwecke wird mittels einer in der Stollensohle verlegten Rohrleitung der jeweilige Gelmerseespiegel nach der Regulierkammer auf dem Grimselnollen übertragen. Zur Entlastung des Grimselbeckens ist ein die linke Flanke der Spitallammsperre unterfahrender Grundablaß gebaut, der schon jetzt die Wasser der Aare um die Baugrube der Mauer herumführt. Außerdem wird die Seeufereggsperre einen selbsttätigen Saugheberüberfall erhalten.

Von dem Gelmersee wird das Wasser in einem nahezu 1200 m langen Druckschacht mit 2,30 m Durchmesser auf die

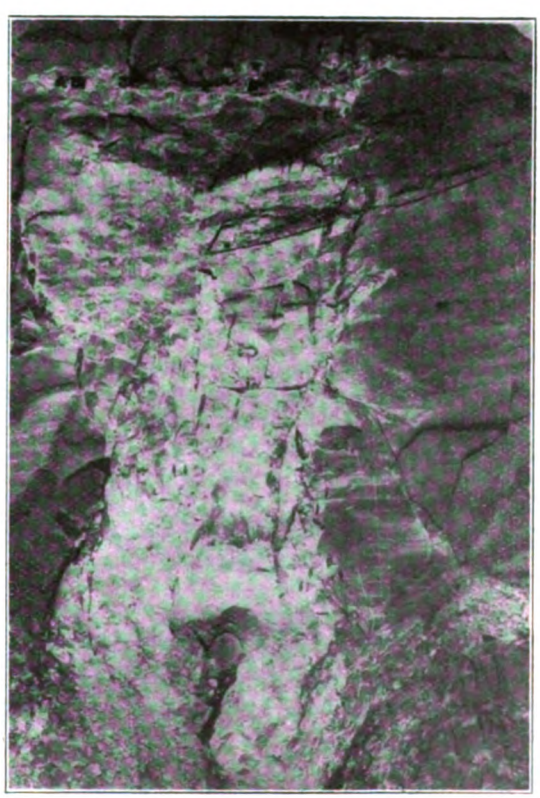


Abb. 5. Die Sprengarbeiten an der senkrecht zur Aare abfallenden Granitwand des Tuchlistockes für das Talsperrenwiderlager.

Digitized by Google

Abb. 6. Brech- und Sortieranlage, Endpunkt der Luftkabelbahn und Mischanlage für Gußbeton.

Abb. 7. Blick von der Spitallamm aareaufwärts; im Hintergrund die Spitze des Finsteraarhorns.

im Kraftwerk Handeck unterhalb des Handeckfalles aufgestellten Turbinen geleitet. Der Druckschacht wird tief im Berginnern ausgesprengt und alsdann mit dünnen Stahlrohren ausgefüttert. Die Zwischenräume zwischen den Rohren und dem Felsen werden mit Beton ausgespritzt, so daß der Schacht jedem Druck gewachsen sein wird. Man wählte diese Anordnung statt der sonst üblichen eisernen Druckrohrleitung, weil einem solchen Druckschacht weder Lawinen noch Steinschlag, weder Hitze noch Kälte etwas anzuhaben vermögen. Unter den hier vorliegenden Verhältnissen ist die Herstellnug eines Schachtes wirtschaftlicher als diejenige einer oberirdischen Leitung. Von dem Bau eines Wasserschlosses wird abgesehen und seine Funktion dem Gelmersee selbst übertragen. Da Gefälle wird zwischen 515 und 547 m schwanken. Dabei wird der von allen Besuchern der Grimselstraße bewunderte, über 50 m hohe Handeckfall einen großen Teil seines Wassers einbüßen.

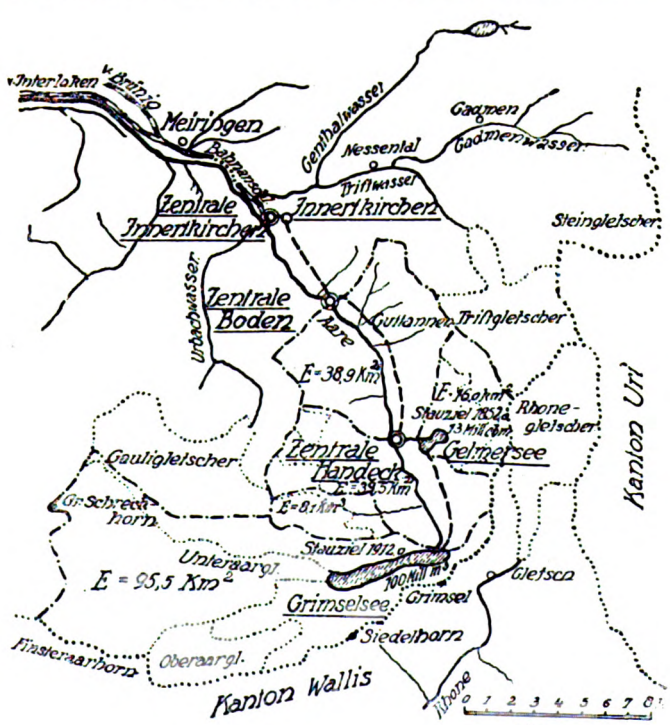


Abb. 8. Lageplan der Oberhasli-Werke.

Unterhalb der Handeckkehren der Grimselstraße zeigen im Walde zahlreiche Behelfsbauten die Nähe der Baustelle des Kraftwerkes an. Ein großes Wohnhaus für die Maschinisten ist bereits unter Dach. Für die Zentrale selbst ist gerade die Fundamentgrube dem Felsen abgerungen. Die Aare wird hier durch einen Umlaufstollen um die Baugrube herumgeleitet. Unterhalb des Kraftwerks wird ein Ausgleichsweiher angelegt werden. In der Zentrale werden vier Maschinensätze Aufstellung finden. Die beiden ersten Turbinen sind vor kurzem bei Escher, Wyss & Co. in Auftrag gegeben worden. Es sind dies Freistrahlturbinen von je 30 850 PS Leistung bei 540 m Gefälle und von 28 318 PS Leistung bei 510 m Gefälle und 500 Umdrehungen in der Minute. Die Turbinen besitzen eine Schluckfähigkeit von 4,2—4,5 m^3/sec, sind vertikalachsig aufgebaut und haben zwei Düsen. Die ganze Gruppe besitzt nur zwei Lager; das Turbinenlaufrad ist fliegend auf der Generatorwelle aufgesetzt. Das rotierende Gewicht von 80 t wird durch ein auf das Generatorarmkreuz aufgesetztes Spurlager aufgenommen. Die Regulierung der Turbinen erfolgt durch Strahlablenkung. Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 11 000 V, der durch direkt zugeordnete Transformatoren auf die Uebertragungsspannung von 50 000 V gebracht wird.

Unterhalb Handeck wird bis gegen Guttannen das Aaretal von steilen Bergwänden eng eingeschlossen, so daß hier trotz der verhältnismäßig geringen Meereshöhe (1300 m) im Winter zeitweise jeglicher Verkehr infolge Lawinengefahr unter-

Digitized by Google

bunden ist. Es ist klar, daß man sich in einem derartigen Gelände für den Abtransport der gewonnenen Energie keiner Freileitung bedienen kann. Die wettersichere Ableitung erfolgt deshalb durch Kabel, die in einem begehbaren Stollen, der zugleich auch als Winterzugang zur Haudeck dient, untergebracht sind. Dieser Stollen folgt im allgemeinen der Westseite des Aaretals, wobei zuweilen die Grimselstraße und einmal sogar das Aarbett unterfahren wird. Von Guttannen wird dann der Strom durch Freileitungen der Verteilstationen Innertkirchen zugeleitet.

Die aus dem zehnjährigen Durchschnitt 1914—1923 für die Einzugsgebiete der Stauseen Grimsel und Gelmer (95,5 + 16,0 = 111,5 qkm) ermittelte natürliche Abflußmenge beträgt 240 Mio m³ im Jahre. Mit einem Nettogefälle des Kraftwerkes Handeck von 540 m werden bei Erzeugung gleichmäßiger Jahresmengen 210 Mio m³ des Abflusses ausgenutzt, wobei sich ein Netto-Energieertrag in 150 000 V Spannung ab Schalthaus Innertkirchen von 223 Mio kWh im Jahre ergibt. Die Baukosten der obersten Stufe der Oberhasli-Werke sind auf 82,5 Mio Schweizer Franken veranschlagt, die Betriebskosten, einschließlich Verzinsung, Amortisation und Rücklagen auf 8,83% der gesamten Baukosten. Bei einer Ausnutzung von 90% der produzierten Energie von 223 Mio kWh stellt sich die kWh auf 3,7 Rappen Selbstkosten. Wenn auch hierbei mit einer konstanten Jahresenergie gerechnet ist, so darf doch nicht vergessen werden, daß der Strom als Spitzenenergie jederzeit zur Belastungsdeckung zur Verfügung steht, mithin als sehr hochwertig zu betrachten ist. Dazu kommt, daß die Selbstkosten sich noch erheblich vermindern werden, wenn erst noch die beiden geplanten unteren Stufen ausgebaut sein werden. Für diese beiden Stufen liegen fertige Entwürfe vor. Unterhalb Guttannen, in Boden, ist ein zweites Kraftwerk vorgesehen. Bei vergrößertem Einzugsgebiet werden 232 Mio m³ des natürlichen Jahresabflusses bei 408 m Nettogefälle in vier Turbinen von je 22 000 PS Leistung 190 Mio kWh erzeugen. Im letzten Ausbau folgt dann das Kraftwerk Innertkirchen, in dem von 225 Mio m³ Abfluß bei 241 m Nettogefälle weitere 125 Mio kWh erzeugt werden können.

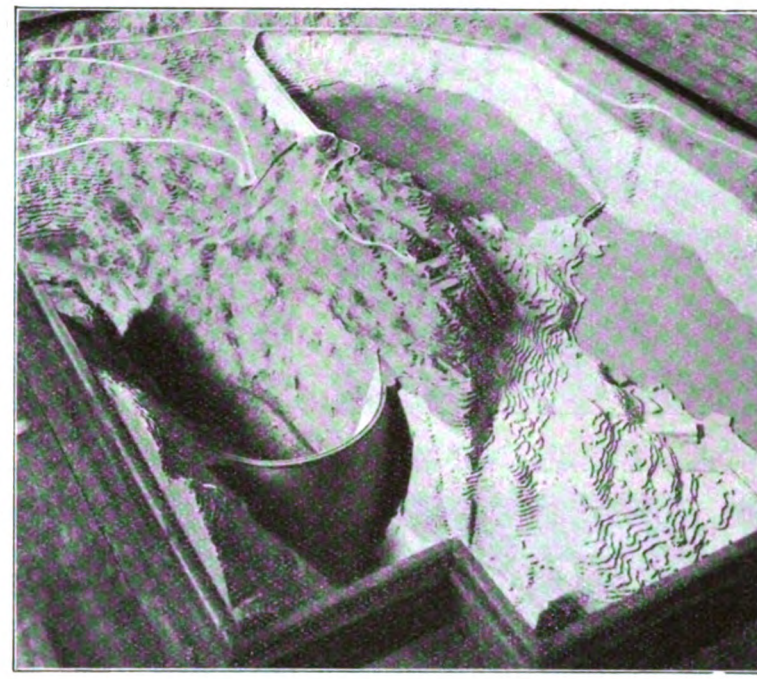


Abb. 9. Relief der Grimselsperren auf der Ausstellung in Meiringen.

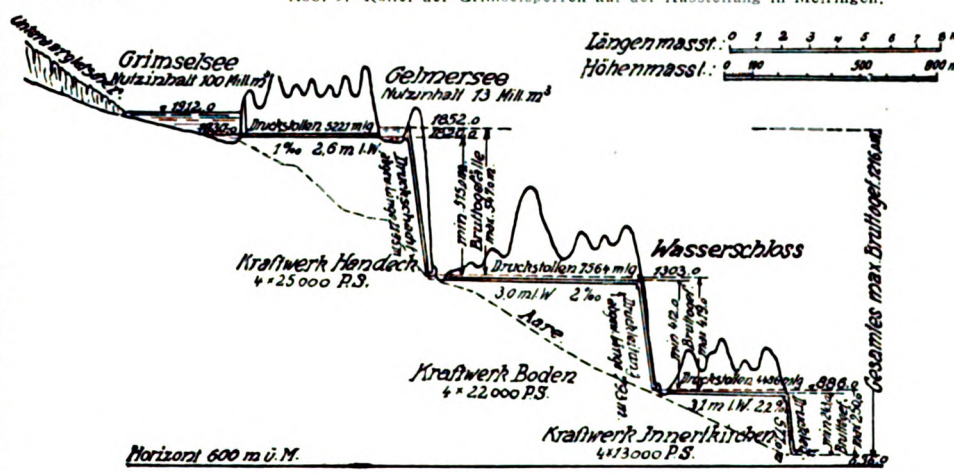


Abb. 10. Längenprofil der Oberhasli-Werke.

Im vollen Ausbau, dessen Tempo natürlich von den künftigen Absatzverhältnissen bestimmt sein wird, können von den dreistufigen Oberhasli-Werken annähernd ¼ Mio PS gewonnen werden. Zum Vergleich sei angeführt, daß nach Vollausbau die drei Speicheranlagen der Schweizer Bundesbahnen Amsteg, Ritom und Barberine nur 92 000 bzw. 73 000 bzw. 78 000 PS werden erzeugen können.

Pläne, Karten und Reliefs der künftigen Großanlagen im Oberhaslital waren in diesem Sommer in der stattlichen Turnhalle in Meiringen zu einer sogenannten Grimselausstellung vereinigt. Daneben zeugte eine reiche Kristall- und Gesteinssammlung von der geologischen Buntheit des Aaretales. Alte Stiche sowie syrische und römische Münzen und alte Waffen waren ausgestellt, um Kunde zu geben aus der Zeit, in der der verlassene Saumpfad, der im oberen Haslital noch auf weite Strecken sichtbar ist, jahrhundertelang einen regen Verkehr zwischen Nord und Süd vermittelte.

Ein gewaltiges Bauwerk ist begonnen. Wer in den nächsten Jahren die Schweiz besucht, versäume nicht den Fortgang des interessanten Baues zu verfolgen. (W. 271.)

Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes.

Von Ing. Ernst Hamberger, zugeteilt der Bauleitung der Tiroler Wasserkraftwerke A.G. für das Aachenseekraftwerk.

(Fortsetzung aus Heft 22, S. 304.)

Schildvortrieb und Vortrieb des Druckluftstollens.

Mitte März 1926 wurde mit der Montage des Schildes begonnen. Es war zu dieser Zeit der Caisson H, über dessen bergseitiger Hälfte der Schild untergebracht werden sollte, bis Deckenoberkante, d. i. etwa 2,5 m, abgesenkt und der untere Teil der Schildkammer, betoniert (Abb. 13 und 14).

Digitized by Google

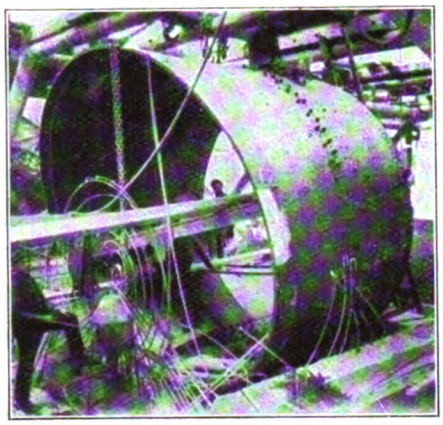


Abb. 13. Montage des Schildmantels über Caisson H. Stand Ende März 1926.

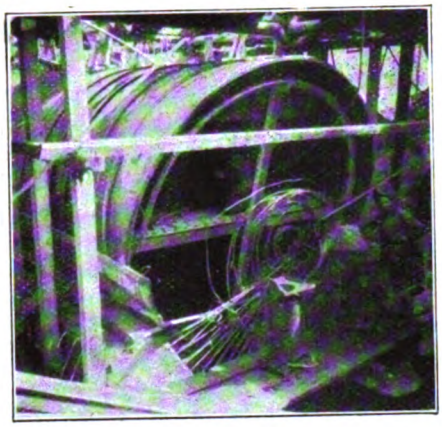


Abb. 14. Fertigstellung der Schildmontage. Stand Ende April 1926.

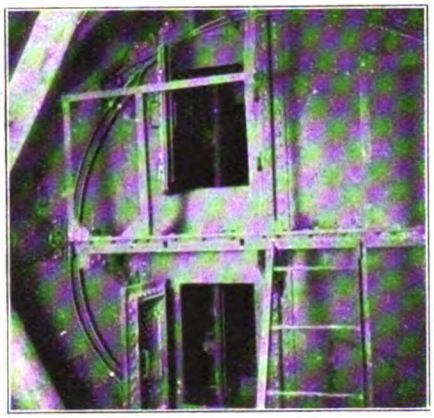


Abb. 15. Ansicht der seeseitigen Schildquerwand von der Seeseite.

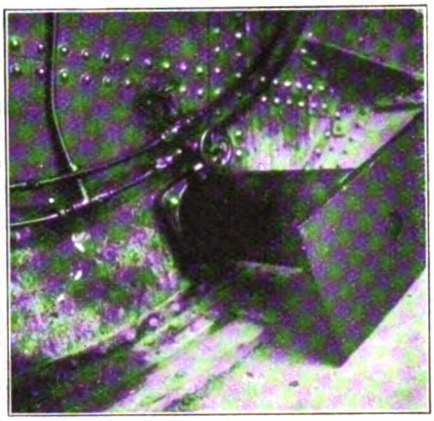


Abb. 16. Eine der sechs Schildpressen für max. 100 t Druck.

Anfangs Mai war die Montage einschließlich Einbau der Pressen beendet, das Stollenrohr und die Schildkammer betoniert, die Schützenführungen eingebaut und die Stollenröhre H an beiden Enden durch leichte Eisenbetonwände abgeschlossen, so daß der Schild vollständig eingeschalossen war. Es konnte hierauf die Absenkung des Caissons H durchgeführt werden.

Der Schild bestand im vorliegenden Falle aus einem eisernen, leicht konischen Mantel mit horizontaler Längsachse. Dieser Mantel hatte vorne einen Durchmesser von rund 4 m und hinten (seewärts) von rund 3,90 m. Während er hinten vertikal abgeschnitten war, verlief die vordere Abgrenzung jedoch schief, so daß seine Firsterzeugende 4,70 m und die in der Sohle 3,70 m lang war. Der Raum innerhalb dieses Mantels war in Achshöhe durch einen horizontalen Zwischenboden unterteilt. Außerdem waren senkrecht zur Schildachse, zwei vertikale Zwischenwände mit je zwei Türen, einer oberen und einer unteren, eingebaut, die mit Gummidichtungen versehen waren (Abb. 15). An der Brust ergaben sich daher zwei Arbeitsbühnen, die eine in Achshöhe, die andere an der Sohle des Schildmantels und dahinter je eine kleine Schleusenkammer zwischen den erwähnten vertikalen Wänden. Zur Fortbewegung des Schildes waren sechs hydraulische Pressen für einen Maximaldruck von 400 at., am Schildmantel anliegend eingebaut, die einen Druck von 100 t je Presse, also insgesamt 600 t, entwickeln konnten (Abb. 16).

Am 2. November 1926 war die Caissonabsenkung beendet, als letzter war der Caisson B an seinem Platz gelangt, sämtliche Arbeitskammern ausbetoniert und die Mehrzahl der Fugen in der Röhre durchbrochen. Die Rohrteile G und H waren als Luftkammer hinter dem Schild zusammengefaßt, indem man die Fuge G—H durchbrochen und fertiggestellt hatte, während man die Fuge F—G noch verschlossen ließ. Für den Betrieb des Schildes hatte man daher zwei Kamine samt Schleusen, nämlich die über G und die über H zur Verfügung. Der Luftdruck im Schildraum wurde in der ersten Zeit entsprechend der Tiefenlage unter dem Seespiegel, auf 1,5 bis 1,4 at gehalten, konnte jedoch später, als man mit dem Vortrieb aus dem Bereiche des Sees in den Bereich des Grundwassers kam, auf 1,3 bis 1, 4 at verringert werden.

Es galt nun als erstes, die bergseits H von der Caissonabsenkung her vorhandene Rigole, die man mit losem Material ausgefüllt dachte, zu dichten, die Eisenbetonwand, die den Schildraum vom Material außen noch trennte, zu durchbrechen und abzutragen sowie im weiteren dann den Schild aus der Kammer hinauszuschieben. Nach sorgfältigen und wiederholten Injektionen mit Lehm und Zement in die Rigole konnte am 11. November das erstemal der Schild vorwärts gedrückt werden. Es zeigte sich hierbei, daß die Zementeinpressungen sehr gut gewirkt hatten. Das lose, grobe Moränenmatrial war zu einer betonähnlichen, dichten Schicht in der Rigole zusammengebunden worden, so daß die Brücke zwischen Schildkammer und dem festgelagerten Schotter des Berges ohne nennenswerte Luftverluste bzw. Wassereinbrüche hergestellt werden konnte. Nachdem der Schild etwa 3 m gegen den Berg vorgeschoben war, so daß die vordere Schneide schon im gut gelagerten Schotter saß, konnte hinter dem Schild das Uebergangsstück, vom quadratischen Querschnitt des Stollens in der Strecke unter dem Schützenschacht auf das normale Kreisprofil, in Stampfbeton ausgeführt werden. Im Anschluß daran wurde der Schild so weit in den Berg vorgepreßt, daß er sich mit seinem hinteren Ende noch knapp in der Schildkammer befand. Während dieser beiden ersten Vortriebszeiträume wurden als Abstützung für die Pressen schwere Holzklötze hinter denselben eingebaut. Nunmehr wurde das projektgemäße Schildmauerwerk, zwei Ringe Betonformsteinmauerwerk, vom Ende des oben erwähnten Uebergangsstückes bis etwa 60 cm über das hintere Schildende, innerhalb des Schildmantels, eingebracht. Auf diesen Mauerwerksring stützten sich die sechs Pressen beim nächsten Vortrieb ab. Zwischen Pressenfuß und Mauerwerk wurden Hartholzbohlen zur besseren Druckübertragung eingelegt. Im weiteren normalen Vortrieb ergab sich folgende Reihenfolge der Arbeiten:

1. Abbauen und Dichten der Brust. Das Material war auf der ganzen durchfahrenen Strecke leicht von Hand zu bearbeitender, mehr oder weniger feiner und meist von Lehm durchsetzter Innschotter, in welchem größere Blöcke oder andere Hindernisse nicht eingelagert waren. Um stärkere Luftverluste zu vermeiden, mußte die Brust in kleinen Teilen abgebaut werden. Das anfallende Material wurde durch die untere Tür des Schildes nach rückwärts gebracht, im Kamin hochgezogen und wie bei der Caissonierung ausgeschleust. Eine eigentliche Bölzung der Brust war nicht notwendig, sie wurde nur durch eine einfache Schalung, die auf die

Digitized by Google

vordere Querwand des Schildes abgestützt war, gehalten. Die Luftverluste an der Brust und bei den Schildenden wurden hauptsächlich durch Verschmieren mit Lehm erfolgreich bekämpft.

2. Vorpressen des Schildes. Wie schon erwähnt, wurde das Mauerwerk immer etwa 60 cm in den Schild hinein ausgeführt. Auf dieses Mauerwerk stützten sich die Pressen und außerhalb derselben glitt der Schildschwanz beim Vorwärtspressen vorüber. Die Länge des Vortriebes betrug immer rund 50 cm, so daß stets ein Uebergriff von etwa 10 cm verblieb.

3. Mauerung. Entsprechend einem Vortrieb von rund 50 cm und einer Mauerstärke von 50 cm radial gemessen, waren die Formsteine mit einer Kantenlänge von 25 cm in der Längs- und in der Querrichtung und dem Kreisumfang entsprechend, keilförmig mit 12 resp. 13,5 cm Stärke vorher rechtzeitig hergestellt worden. Das Mischungsverhältnis war 300 kg Zement je m³ Fertigbeton. Mit diesen Steinen wurden nunmehr je zwei Doppelringe (50 cm) Mauerwerk im Schutz des Schildschwanzes ausgeführt, so daß sich ein Rohr mit einem lichten Durchmesser von 2,76 m ergab. Mörtel und Beton wurden im Rohr hinter dem Schild von Hand gemischt.

Im allgemeinen wurde je eine solche Arbeitsfolge im Tag geleistet. Es zeigte sich jedoch schon nach kurzer Zeit, daß der für die Mörtelbereitung verwendete Portland-Spezialzement, der zwar ein frühhochfester Zement ist, den Anforderungen nicht genügte, die hinsichtlich Erreichung einer entsprechenden Festigkeit in der für die Erhärtung zur Verfügung stehenden Zeit von 8 bis 10 Stunden zwischen Beendigung der Mauerung und Beginn des Pressens gestellt werden mußten. Besonders bei der zur Richtunggebung des Schildes notwendigen Verwendung einzelner Pressen, also bei über dem Mauerungsring ungleichmäßig verteiltem Druck, kam es vor, daß sich Fugen öffneten bzw. zu stark gepreßt wurden. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wurde die Verwendung von Elektro-Schmelz-Zement in Erwägung gezogen und solcher auch nach einer Vortriebslänge von 7,3 m ab Caisson H, tatsächlich für die Mörtelbereitung verwendet. Dieser Zement bewährte sich für die beschriebene Arbeit sehr gut, obwohl für die Erhärtung später nur mehr Zeiträume von 5 bis 8 Stunden blieben. Er wurde ohne jegliche Beimengung im Mischungsverhältnis 1:2 verwendet. Der Mörtel hielt nach 6 Stunden Erhärtungszeit Drücke bis zu 35 kg/cm² gut aus und nahm durch diese Pressung keinerlei Schaden.

Es wurde zuerst eine kleinere Menge von „ciment electro fondu, Lafarge", Herstellungsort Moutiers, Savoyen, später dann „cemento fuso, processo Lafarge", Herstellungsort Pola, verwendet.

Die im Freien, also unter normalem Luftdruck und in der Schildkammer unter 1,4 at Ueberdruck mit der Vicatschen Nadel vorgenommene Zement- und Mörtelproben ergaben untenstehende Resultate:

Außer den angeführten wurden noch weitere Proben mit französischem Elektro-Zement, teils ohne Beimengung, teils mit Beimengung von Portlandzement oder Gips in Prozentsätzen von 2—5% durchgeführt. Hierbei zeigte sich, daß Beimengungen von 2% noch keine merkbare Wirkung auf die Abbindezeit haben, daß jedoch Prozentsätze von etwa 5% das Abbinden stark beschleunigen, also bei der praktischen Verwendung, besonders im vorliegenden Falle Bedenken hervorrufen müssen. Es wurde daher von jeder Beimengung abgesehen. Zur untenstehenden Tabelle sei noch bemerkt, daß die Zemente allein verwendet viel Wasser benötigten, nach Erhärtung mit Wasser bespritzt, dieses gierig aufsogen und die der Luft ausgesetzten Flächen der Probe sich mit dem Finger auf 1 bis 2 mm Tiefe leicht abreiben ließen. Diese Erscheinungen waren bei Mörtelproben nicht vorhanden. Die Unterschicht der Probekörper war glasig glänzend und hart, entsprechend der Glasunterlage. Es wurden daher die Zemente ohne Sandbeigabe nicht verwendet.

Man ist wohl auch berechtigt, aus der Tabelle einen die Erhärtung beschleunigenden Einfluß der Preßluft herauszulesen. Nachdem die in Preßluft hergestellten Proben, trotz der bedeutend niedrigeren Temperatur in der Schildkammer,

Nr. d. Proben	Mischung	Datum	Zeitpunkt der Mischung	Zeitpunkt der Abb. Beginn	Zeitpunkt der Abb. Ende	Dauer bis Abb. Beginn Stdn.	Dauer bis Abb. Ende Std.	Abbindezeit Stunden	Mischungsverhältnis Zement	Mischungsverhältnis Sand	Mischungsverhältnis Wasser %	Temperatur °C Zement	Temperatur °C Sand	Temperatur °C Wasser	Temperatur °C Luft	Temperatur °C Misch.	Luftdruck
10	E. Z. Pola	19. 1.	10 h 10	15 h 30	18 h 20	5,20	8,10	2,50	1	—	30	12	—	28	16	16,5	Freiluft
14	E. Z. Pola	„ „	14 h 25	18 h 50	21 h 20	4,25	6,55	2,30	1	—	25	16	—	16	18	16,2	„
15	E. Z. Pola	„ „	15 h 50	20 h 10	22 h 40	4,20	6,50	2,30	1	—	24	17,5	—	14	16	15	„
11	E. Z. Pola + gebr. Kalksand	„ „	10 h 50	14 h 15	16 h 40	3,25	5,50	2 25	1	2	15	12	4	15	18	7	„
12	E. Z. Pola + gebr. Kalksand	„ „	11 h	13 h 50	15 h 20	2,50	4,20	1,30	1	2	12	12,5	45	43	16	22,5	„
13	E. Z. Pola + gebr. Kalksand	„ „	11 h 40	14 h 40	17 h	3,00	5,20	2,20	1	2	11	14	20	20	18	16,5	„
17	E. Z. Pola	20. 1.	14 h 40	18 h 30	21 h 10	3,50	6,30	2,40	1	—	25	13	—	3	6,3	8	1,4 at Ueberdruck
16	E. Z. Pola + gebr. Kalksand	„ „	14 h 30	17 h 40	20 h 30	3,10	6,00	2,50	1	2	12	13	6,5	3	6,3	7,5	„ „
18	E. Z. Moutiers	„ „	14 h 55	18 h 20	20 h	3,25	5,05	1,40	1	—	25	7,8	—	3	6,3	6,5	„ „
19	E. Z. Moutiers + gebr. Kalksand	„ „	15 h 05	18 h 05	20 h 50	3,00	5,45	2,45	1	2	12	7,8	6,5	3	6,3	7	„ „

Digitized by Google

mindestens gleiche Abbindezeiten hatten wie die in Freiluft durchgeführten Proben.

Durchgeführte Balkenproben (nach Naehr) hatten folgendes Ergebnis:

Mischungsverhältnis 1 Teil Elektro-Zement Pola: 2,90 Teile gebrochener Kalkschotter + 1,40 Teile gebrochener Kalksand + 0,70 Teile Natursand, also 1: 5, Wasserzusatz 11%, wobei dem Wasser Sika Nr. 4 im Verhältnis von 1 Teil Sika auf 30 Teile Wasser beigemischt wurde. In dem Raum, in welchem die Balken während der Erhärtung lagerten, herrschte eine Lufttemperatur von etwa 5° C. Balken I: Probe nach 6 Stunden. Durch Aufbringen von 110 kg wurde der Bruch herbeigeführt, wobei sich die Bewehrungseisen vollständig aus dem Beton lösten. (Noch sehr kleine Haftfestigkeit). Die Biegedruckfestigkeit ist etwa $K_b = \frac{140}{3} = 43\,kg/cm^2$, dem entspricht eine Würfeldruckfestigkeit von $K_d = \frac{140}{4} = 32\,kg/cm^2$.

Balken II: Probe nach 21 Stunden. Durch Aufbringen von 483 kg wurde der Bruch herbeigeführt. Die Biegedruckfestigkeit ist daher $K_b = \frac{513}{3} = 171\,kg/cm^2$, die entsprechende Würfeldruckfestigkeit $K_d = \frac{513}{4} = 128\,kg/cm^2$.

Die Durchbiegung war gegen Ende der Probe 17 mm, Risse traten erst knapp vor dem Bruch auf. Die Bewehrungseisen lösten sich nicht mehr so vollständig aus dem Beton.

Die an die Betonprüfungsanstalt der österreichischen Bundesbahnen in Innsbruck eingesandten Probewürfel ergaben:

Würfel Nr.	Bezeichnung und Mischung	Datum der Herstellung	Dauer der Erhärtung in Preßluft, Stdn	Datum der Erprobung	Gesamterhärtungs-Dauer Tage	Würfelfestigkeit kg/cm²
33/a	Beton 1:3 El. Zemt. Moutiers	22. 1.	45	2. 2.	12	483
33/b	Mörtel 1:3 Schildaushubsmaterial El. Zem. Moutiers	22. 1.	45	2. 2	12	436
33/c	Mörtel 1:2 Natursand m. El. Zem. Moutiers	22. 1.	43	2. 2.	12	494

Zum Vergleich seien noch einige Würfelproben mit Lorünser Spezialzement resp. Perlmooser Portlandzement angeführt:

Würfel Nr.	Bezeichnung und Mischung	Datum der Herstellung	Dauer der Erhärtung in Preßluft, Stdn.	Datum der Erprobung	Gesamterhärtungs-Dauer Tage	Würfelfestigkeit kg/cm²
35 a	Rieselbeton (ohne Schotter)	27. 1.	100	5. 2.	9	277
35 b	Spezialzement, nasse Mischung 1:2,5	27. 1.	100	5. 2.	9	276
35/c	Rieselbeton (ohne Schotter) Spezialzement, trockene Mischung 1:2,5	27. 1.	100	5. 2.	9	275
26/a	Beton 200 kg/m³	29. 2.	—		42	170
26 b	Spezialzement	29. 2.	—		42	161
26/c	(Die ersten 4 Tage im Freien bei etwa 0 °C gelagert.)	29. 2	—		42	180
27/a	Beton 200 kg/m³	29 2.	96		42	249
27/b	Spezialzement	29. 2.	96		42	250
27/c	(Die ersten 4 Tage unter 1,5 at Überdruck bei + 7° C gelagert.)	29. 2.	96		42	257
23/a	Beton 300 kg/m³					188
23/b	Spezialzement	15. 9.	—	25. 9.	10	170
23/c						150
34/a	Beton 200 kg/m³					99
34 b	Portland Perlmoos	27. 1.	—	5. 2.	9	96
34/c						94

Auch aus dieser Tabelle ist die vorzügliche Eignung des Elektro-Schmelz-Zementes für die gegenständlichen Bauarbeiten zu ersehen. Besonders bemerkenswert ist die Würfeldruckfestigkeit von rund 480 kg/cm² nach 12 Tagen. Auffallend und für den früher schon erwähnten Einfluß der Preßluft auf die Erhärtung sprechend, ist auch der Vergleich der Proben Nr. 26 und Nr. 27 und der übrigen Proben.

(W. 207.) (Schluß folgt)

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz.

Vortrag, gehalten anläßlich der ordentl. Hauptversammlung am 25. April 1927 von Professor Heinrich Heiser, Dresden. des Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraftverbandes

(Fortsetzung aus Heft 22, S. 306.)

IV. *Der Ausführungsplan im Südwestharz.*

1. Nach dem Entwurf der Westharzsperren-Bauabteilung vom 31. Dezember 1926.

Das hatte eine völlige Umarbeitung der Entwurfsvorschläge der „Grünen Denkschrift" zur Folge, da in diesem Falle auf die Ueberleitung von Sösewasser nach Berka verzichtet werden mußte. Eine solche Neuaufstellung war außerdem noch mit Rücksicht auf die Beanstandungen durch das Ministerium für Landwirtschaft erforderlich. An ihr haben Herr Dr.-Ing. Link und ich als Sachberater und später als Obergutachter tätigen Anteil nehmen können.

Allgemein betont der nunmehr zur Ausführung bestimmte Plan auf das stärkste den Vorrang landeskultureller und landeshygienischer Belange, insbesondere des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung. Gleichzeitig stellt er einen Teil der Anlagen, vorerst die Sösetalsperre und weiter die für eine Ergänzung in Aussicht genommene Obere Siebertalsperre ausschließlich in den volkswirtschaftlich und im Sinne der Landeshygiene wichtigen Dienst einer einwandfreien Wasserversorgung des Leinegebietes. Nur insoweit die Erfüllung dieser Aufgaben der Talsperrenanlagen im Harzquellgebiet der Leine nicht beeinträchtigt wird, sollen die aufgespeicherten Wassermengen in möglichst vollkommener und wirtschaftlicher Weise zur Energie-Erzeugung herangezogen werden. An dieser letzteren Aufgabe wird im Harze kein wasserwirtschaftliches Unternehmen vorbeigehen dürfen, auch wenn es vornehmlich landeskulturellen und landeshygienischen Zwecken dienen soll.

Nach dem Westharztalsperren-Entwurf — Südwestabschnitt — waren geplant: 1. die Vergrößerung der Oderteichanlagen nach dem von der Techn. Abtlg. der Ges. z. F. der Wasserwirtschaft im Harz

Digitized by Google

unverändert übernommenen Plane. 2. Die Errichtung einer Odertalsperre mit 29,7 Millionen cbm Inhalt. 3. Der Bau einer Unteren Siebertalsperre oberhalb Herzbergs mit 15,6 Millionen cbm Stauraum. 4. Der Bau der Sösetalsperre oberhalb Osterode mit 20 Millionen cbm Fassungsvermögen, so daß die drei Talsperren mit 65,3 Mill. cbm Gesamtinhalt jetzt um rund 20 Mill. gegenüber der „Grünen Denkschrift" vergrößert worden waren. Damit stieg das Verhältnis des Stauraumes zum mittleren Jahreszufluß auf rund 37%. Das war ein Wert, der wesentlich besser war als früher, aber auch so noch nicht restlos befriedigen konnte. Von dem Gesamtstauraum der Talsperren sollten je nach der Hochwassergefährlichkeit der einzelnen Monate 10,1 bis 23,5 Mill. cbm Stauraum als Hochwasserschutzraum zur Verfügung stehen, zu diesem Schutzraum sollten noch ständig 8 Mill. cbm in einem oberhalb von Northeim in der Rhume zu errichtenden Hochwasserschutzpolder hinzutreten.

Diesen somit verfügbaren Schutzräumen von 18,1—31,5 Mill. cbm standen, woran erinnert sein mag, nach den früheren Entwurfsvorschlägen nur 3,38 Mill. cbm gegenüber. Auch hier war ein ganz wesentlicher Fortschritt erreicht worden.

Als Ergänzungsanlage für die Sösetalsperre brachte bereits der Entwurf eine Obere Siebertalsperre mit vorläufig zu rund 22 Mill. cbm angenommenen Stauraum in Vorschlag; sie sollte errichtet werden, sobald die Sösetalsperre allein den Ansprüchen einer gesicherten Wasserversorgung nicht mehr würde genügen können. Diese obere Siebersperre konnte mittels einer den Ackerrücken in einfachster Weise durchörternden Stollenanlage mit der Söseta'sperre in betriebstechnisch günstige Verbindung gebracht werden. Der dabei sich ergebende Höhenunterschied zwischen den beiden Beckenspiegeln läßt sich in einem Kraftwerk günstig ausnutzen.

Im Entwurfe hat man vorsichtig mit der Möglichkeit einer Wasserabgabe für die Wasserversorgung bis zu 15 Mill. cbm jährlich aus der Sösetalsperre gerechnet. Das entspricht etwa nur 45% der jährlichen Zuflußmenge. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Mengen noch wesentlich steigerungsfähig sind. Die Abgabe erfolgt durch eine im ganzen 102 km lange, durch das Leinetal bis nach Hannover geführte Rohrleitung, die zur Hauptsache als Holzdaubenrohrleitung ausgeführt werden soll. Abgesehen von allen erforderlichen Schutzmaßnahmen für das Talsperrenbecken und das Sperrengebiet selbst ist eine Filter-Entsäuerungs- und Chlorungsanlage vorgesehen. Der in der „Wasserzuleitung" vorhandene Gefällüberschuß soll mit rund 100 m bei Westerhof in einem Kraftwerk ausgenutzt werden.

Zu Zwecken der Energie-Erzeugung hatte der Entwurf außer Kraftwerkanlagen an der Oder- und Siebertalsperre selbst und bei Westerhof auch jetzt wieder eine Zusammenfassung und Ueberleitung von Oder- und Sieberwasser nach einem Kraftwerk bei Berka in ähnlicher Weise wie früher nach der „Grünen Denkschrift" vorgesehen. Ohne die in zwei Kraftwerken in St. Andreasberg zur Ausnutzung der Oderteichwassermengen eingebauten 5000 PS und ohne die Anlage Westerhof sollten insgesamt 43 500 PS aufgestellt werden, deren mittlere Jahresenergie-Erzeugung zu rund 48—50 Mill. kWh zum größten Teile als hochwertiger garantierter Spitzenstrom berechnet worden war.

Die Bauausführung war in der folgenden Weise gedacht. In einem I. Ausbauprogramm sollten die Sösetalsperre mit der Wasserleitung nach Hannover in erster Linie, möglichst gleichzeitig auch die Odertalsperre mit ihrem Kraftwerk bei Lauterberg, die Ueberleitung nach Berka, das dortige Kraftwerk und anschließend das Ausgleich- und Hochwasserschutzbecken in

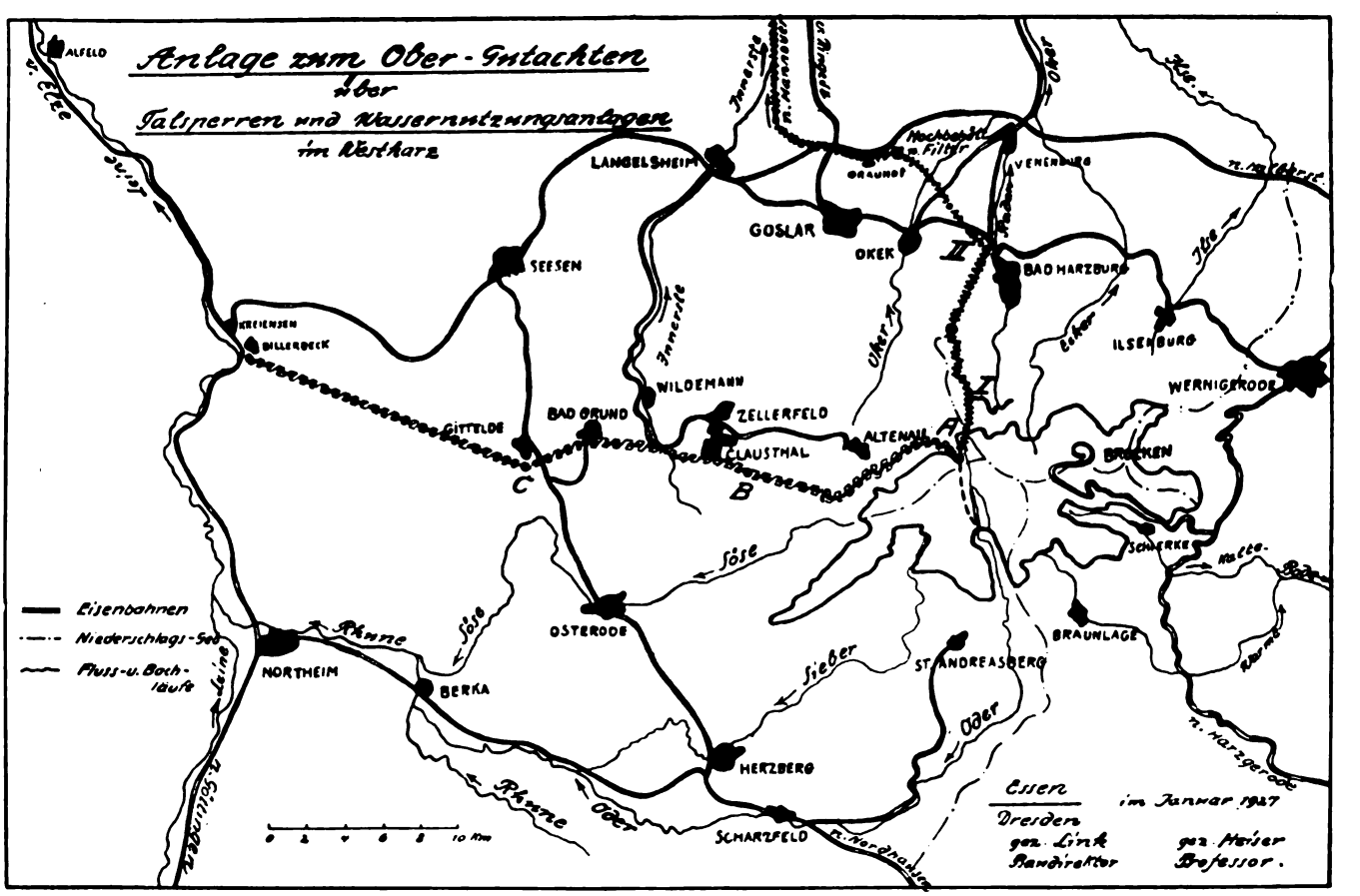


Abb. 7. Ausbau der Oderteichanlagen nach Vorschlag des Obergutachtens.

Digitized by Google

der Rhume oberhalb von Northeim, und schließlich zuletzt die Untere Siebertalsperre mit dem Kraftwerk Herzberg zur Ausführung kommen.

2. Abänderungs- und Ergänzungsvorschläge der Obergutachter. Bereits während der Entwurfsaufstellung hatten wir davon abgeraten, den Ausbau der Oderteichanlagen nach den alten unveränderten Plänen in das Erste Ausbauprogramm aufzunehmen, weil wir nicht die Ueberzeugung gewinnen konnten, daß diese alten Pläne gegenwärtig noch die zweckmäßigste und günstigste Nutzungsmöglichkeit darstellen. Wir haben deshalb eine nochmalige Plandurcharbeitung (Abbildung 7) empfohlen und angeregt, eine Lösung in folgender Richtung zu suchen: Vergrößerung des Oderteiches auf rund 25 Millionen cbm Stauraum wie bei Köhler, Franzius oder Momber, Vergrößerung des Sammelgebietes durch Erweiterung der Grabenanlagen. Die Bedenken, daß dadurch fremde Einzugsgebiete beeinträchtigt werden könnten, sind deshalb stark gemildert, weil diesen Gebieten Ersatz durch Wasser aus eigenen Staubeckenanlagen zur Verfügung stehen würde. Auch dem Bodegebiet könnte unbedenklich eine geringe Menge, die man als Hochwasserüberschußmenge ansehen kann, soweit sie durch das Becken Königshof nicht gefaßt wird, entzogen werden. Die Ableitung aus dem Oderteiche erfolgt zunächst wie bei Köhler mittels Stollen nach der „Steilen Wand", geht aber weiter bis in das Radau-Tal, wo erstmalig ein Gefälle von 127 m ausgenutzt wird. Von hier aus wird das Wasser mittels Hanggraben und einer anschließenden Druckschachtleitung einem unter Tage liegenden Kraftwerk mit 406 m Gefälle zugeführt. Die Ableitung von diesem nach der Radau in die Nähe von Harzburg erfolgt mittels 4 km langen Freispiegelstollens.

Die abfließenden Wassermengen, soweit sie an sich aus dem Oker-, Ecker- und Radaugebiet stammen, können zu Wasserversorgungszwecken, evtl. mit nochmaliger Kraftausnutzung ohne Schwierigkeiten in Richtung Braunschweig, die restlichen, aus dem Leine- und Bode-Gebiet stammenden Wassermengen nach Ueberpumpen über die wenig hohe Wasserscheide in das Innerstegebiet ebenso zur Wasserversorgung des Innerstetales in Richtung Hildesheim genutzt werden. Dabei läßt sich zweckmäßig die Versorgungsleitung an die später von den Südwestsperren kommende zweite Ringleitung anschließen. Zusammen mit dem Gewinn aus der Krafterzeugung von im Jahresmittel 70 Mill. kWh wird man hier im ganzen mit einem guten Wirkungsgrad der Anlage voraussichtlich rechnen können. Näher auf Einzelheiten einzugehen, möchte ich mir versagen, weil es sich nur erst um eine Anregung, noch nicht um einen in allen Einzelheiten ausgearbeiteten Plan handelt.

Die weitere Prüfung des Entwurfes veranlaßte uns zu empfehlen, den Stauraum der Odertalsperre noch über das Maß von 29,7 Mill. m³ hinaus zweckmäßig auf etwa 32,5 Mill. cbm zu vergrößern. Dabei soll diese Vergrößerung in erster Linie dem Hochwasserschutz dienen. Weiter haben wir, um eine günstigere und noch weitergehende Nutzung des Zuflusses zur Sösetalsperre für die Wasserversorgung zu sichern, die Vergrößerung ihres Stauraumes auf etwa 25 Mill. cbm Stauraum angeraten. Da die Hochwasserschutzräume in dieser Sperre bereits reichlich bemessen waren, so kommt die Stauraumvergrößerung ausschließlich der Sicherung der Wasserversorgung zugute. Die Sperre vermag bei dieser Größe etwa 76% der mittleren jährlichen Zuflußmengen zu fassen. Wir glauben, daß man unter diesen Umständen auf die gesicherte Abgabe bis zu 20 Mill. cbm Wasser im Jahre, auch in Trockenzeiten wird rechnen dürfen.

Da durch eine verstärkte Inanspruchnahme der Söse in den Trockenmonaten immerhin eine Minderung der sommerlichen Niedrigwasserführung der Leine eintreten kann, so war auch schon aus diesem Grunde die Vergrößerung des Stauraumes und damit des Ausgleichvermögens der Odertalsperre erforderlich. Es sei hier nur noch als Zwischenbemerkung eingeflochten, daß die Notwendigkeit, die infolge der Trinkwasserentnahme geschwächte Niedrigwasserführung der Leine durch die Speichermengen aus anderen Staubecken ausgleichen zu müssen, die Möglichkeit ausschloß, an Stelle der Talsperren sich mit Hochwasserschutzpoldern zum Zwecke nur des Hochwasserschutzes im Odertale zu begnügen.

Eine genauere Untersuchung der Wirtschaftlichkeitsverhältnisse des Kraftwerkes Berka mit der Ueberleitung der Oder und Sieber bestätigte leider die Annahme nicht, daß diese Anlage ein besonders wertvolles Teilstück des gesamten Unternehmens sein würde. Die Einnahmen aus dem Kraftbetrieb überstiegen rechnungsmäßig im Mittel der Jahre die Ausgaben in nur so geringem Umfange, daß wir von der Durchführung im I. Ausbauprogramm abgeraten haben. Die Notwendigkeit, für die Anlage rund 12,25 Mill. Mark mehr aufbringen zu müssen, ohne daß ein ausreichender Gewinn in Aussicht gestellt werden konnte, würde das Gesamtunternehmen nach unserer Ansicht nur unnötig belastet und den Betrieb schwerfälliger und so zum Beispiel für die Odertalsperre auch wasserwirtschaftlich wesentlich ungünstiger gesaltet haben.

Außerdem aber wurde diese Entscheidung noch durch folgende Ueberlegungen stark beeinflußt.

Nach allen Anzeichen kann angenommen werden, daß die Sösetalsperre auch bei vergrößertem Stauraume voraussichtlich nur eine recht kurze Zeit nach ihrer Inbetriebnahme den Ansprüchen an eine gesicherte Wasserversorgung wird genügen können. Eine vorsichtige Betriebsleitung wird sich daher wahrscheinlich recht bald zum Bau der die Sösetalsperre ergänzenden oberen Siebertalsperre entschließen müssen, zumal deren Fertigstellung ja auch eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmen wird. Der Bau dieser Sperre konnte somit zu der gleichen Zeit notwendig werden, wie auch der Ausbau der Unteren Siebertalsperre nach dem vorgelegten Ausbauprogramm.

Diese Untere Siebersperre ist die verhältnisgleich teuerste Anlage des ganzen Unternehmens, ihr wasserwirtschaftlicher Wirkungsgrad ist dagegen am wenigsten günstig. Eine Vergrößerung mit Rücksicht auf die Ortslage von Sieber ist nicht möglich. Sie war an sich nur zu rechtfertigen, wenn die obere Sperre nicht gebaut wurde oder dann, wenn diese in sehr viel späterer Zeit erst nötig geworden wäre, und auch dann nur aus Rücksichten des Hochwasserschutzes und als notwendiger Zubehörteil zu einem *hochwirtschaftlichen* Kraftwerk Berka. Wird aber die Obere Siebertalsperre gebaut, so übernimmt diese bereits einen Teil des Hochwasserschutzes, außerdem aber wird der größte Teil der Zuflußmengen dann durch die obere Sperre nach der Sösesperre abgeleitet werden, so daß dadurch das untere Becken noch unwirtschaftlicher, die Ueberleitungsmengen nach Berka geringer, die dortigen Kraftleistungen auch kleiner werden mußten. Damit wäre unter Umständen die Wirtschaftlichkeit des Werkes Berka völlig in Frage gestellt worden. Eine rechnungsmäßig eindeutige Entscheidung dieser Fragen war gegenwärtig nicht möglich, weil die Vorausberechnungen für die zu erwartenden Leistungen auf immerhin nur geschätzte Zuflußmengen aufgebaut werden mußten. Die weitere Ueberlegung, daß von den 7,68 Mill. M. Baukosten der Unteren Siebertalsperre nur rund 3,5 Mill. M. zu Lasten des Hochwasserschutzes gerechnet werden durften, daß also der Rest mit 4,18 Mill. M. den Kraftwerkanlagen Berka und Herzberg zur Last fallen mußte, von denen

Digitized by Google

Herzberg nur ganz unbeachtliche Ueberschüsse abwarf, hat uns dann mit den vorher genannten Gründen veranlaßt, vom Bau der Unteren Siebersperre ganz und endgültig abzuraten. Um aber den Hochwasserschutz, den diese Sperre gewährt haben würde, der mit Rücksicht auf eine volle Einwirkung auf die Vermeidung von Schadenhochwassern im Leinegebiet nicht entbehrt werden konnte, trotzdem zu erreichen, haben wir die Errichtung eines besonderen Hochwasserschutzpolders in der Sieber am Rande des Harzes unterhalb von Herzberg vorgeschlagen, wo er sich m. E. ohne Schwierigkeiten herstellen läßt. Eine Hochwasserschutzanlage in der Sieber ist aber deshalb besonders wichtig und unentbehrlich, weil dieser Harzfluß am meisten hochwassergefährlich ist.

Nachdem somit die Untere Siebersperre aus dem Ausbauplan gänzlich ausgeschaltet war, blieb u. E. keine Möglichkeit, die Anlage Berka im gegenwärtigen Zeitpunkt zu rechtfertigen. Die Entwicklung, vor allem Untersuchungen über die wirtschaftliche Möglichkeit der Pumpspeicherung im Anschluß an diese Anlage werden zeigen müssen, ob sie in einem späteren Zeitpunkte als wirtschaftlich wertvolles Teilglied noch ausgebaut werden kann. (W. 181.)

(Schluß folgt)

Meßdüsen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr. Mester, Berlin.

Für die Beurteilung des Wirkungsgrades und damit der Wirtschaftlichkeit des hydraulischen Teiles einer Maschinenanlage in großen Wasserkraftwerken ist eine fortlaufende Messung der den einzelnen Turbinen zugeführten Wassermenge unbedingt erforderlich.

Die fortlaufende Wassermessung ist bei Wasserkraftanlagen bisher größtenteils daran gescheitert, daß die Vornahme der Messung mit Hilfe von Meßinstrumenten entweder zu umständlich war, oder daß ein verhältnismäßig großer Druckverlust für die Messung erforderlich wurde.

In einfacher Weise lassen sich die Messungen in geschlossener Rohrleitung vornehmen. In den Hochdruckleitungen der Turbinenanlagen soll der freie Durchgangsquerschnitt möglichst überall beibehalten bleiben, damit eine Betriebsstörung durch das Losreißen von Teilen des Meßapparates ausgeschlossen ist. Woltmannmesser oder Partialmesser sind daher für Turbinenwassermessungen wenig geeignet. Das einfachste und beste Meßinstrument bildet hier der Venturimesser.

So einwandfrei der Venturimesser zur Ermittlung der Wassermenge ist, so verursacht derselbe bei der maximalen Wassermenge und bei einem Differenzdruck von 6 m WS doch einen Druckverlust von etwa 0,6 m WS. Bei Turbinenanlagen mit kleinem Gefälle ist dann vielfach der prozentuale Anteil an dem Gesamtverlust zu hoch, so daß die Anwendung einer solchen Meßvorrichtung nicht wirtschaftlich erscheint. Der anzuwendende Differenzdruck ist abhängig von dem zu erreichenden Meßbereich, der bei 6 m Differenzdruck max. 1 : 15 beträgt. Ist ein solches Meßbereich nicht erforderlich, so kann man mit kleinerem Differenzdruck arbeiten, wodurch auch der Druckverlust entsprechend verringert wird. Die Firma Bopp & Reuther G. m. b. H., in Mannheim-Waldhof hat eine Meßeinrichtung zur Bestimmung großer Wassermengen herausgebracht, die eine Wassermessung in vielen Fällen ermöglicht, ohne daß der geringste zusätzliche Druckverlust durch die Messung eintritt. Diese Meßvorrichtung wird ermöglicht durch die zweckmäßige Umgestaltung der in dem unteren Teil der Leitung stets vorhandenen Verjüngung der Rohrquerschnitte.

Die Venturimessung beruht ebenfalls auf einer Einschnürung des Querschnitts zur Erzielung einer Geschwindigkeitssteigerung und somit eines Differenzdruckes. Hinter der Meßstelle wird die erzeugte höhere Geschwindigkeit dann durch ein langgestrecktes, konisches Auslaufrohr langsam wieder in Druck umgesetzt. Die Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck läßt sich nicht verlustlos ausführen, während die Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit nur einen sehr geringen Verlust bedingt. Bopp & Reuther G. m. b. H. benutzt nun die Leitungsverjüngung zur Wassermessung, indem an Stelle der langsamen konischen Verengung eine Rohrverengung durch Einbau einer kurzen parabolischen Meßdüse tritt. Es beruht die Annahme, daß eine allmähliche konische Verengung bei der Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit am besten ist, auf einer falschen Voraussetzung. Es ist im Gegenteil besser, an Stelle dieser langsamen Verengung eine kurze, parabolische Reduktion in die Rohrleitung einzuführen, da in dem kürzeren Reduktionsstück weniger Energie für die Wandreibung verloren geht. Verwendet man an Stelle des konischen Reduktionsstückes eine kurze parabolische Meßdüse, so wird der weitere Vorteil erreicht, daß am Austrittsende die bei konischen Rohren stets mehr oder weniger vorhandene Kontraktion des Wasserstrahls vermieden wird. Bei eingehenden Versuchen hat sich einwandfrei herausgestellt, daß die Umsetzung der Geschwindigkeit in parabolischen Meßdüsen einen geringeren Druckverlust verursacht, als in konischen Rohren. Durch die Einführung der Meßdüse wird keine Energie für die Messung verbraucht, falls die Reduktion der Leitung am unteren Teil der Hochdruckleitung sowieso vorgesehen war. Es ist daher zweckmäßig, beim Bau von Wasserkraftwerken von vornherein auf die Möglichkeit des Einbaues der Meßdüsen Rücksicht zu nehmen.

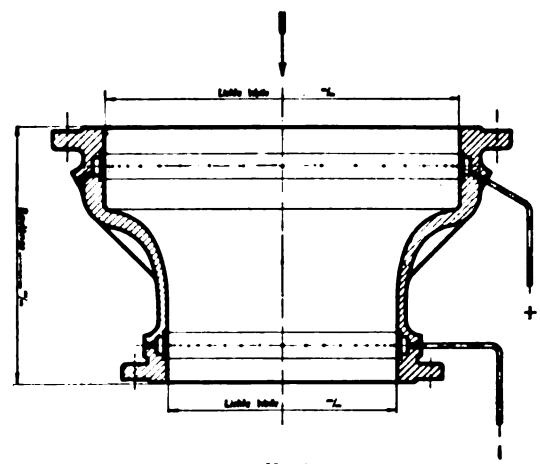


Abb. 1. Meßdüse.

Die Anwendung parabolischer Meßdüsen für Meßzwecke ist nicht neu. Für Luft und Gase stellt die Düsenmessung eine der besten Meßmethoden dar. Der Unterschied besteht nur darin, daß dort die Düse mittels Flansch in die Rohrleitung eingebaut wird und der Luftstrom hinter der Düse wieder frei in dem Rohr expandiert. Abbildung 1 zeigt eine solch parabolische Meßdüse im Schnitt. Am Einlauf und an der engsten Stelle befinden sich ringförmige Druckkammern, die innen mit einem Metallblech ausgekleidet sind, welches die Druckabnahmelöcher enthält. Je nach dem Betriebs-

Digitized by Google

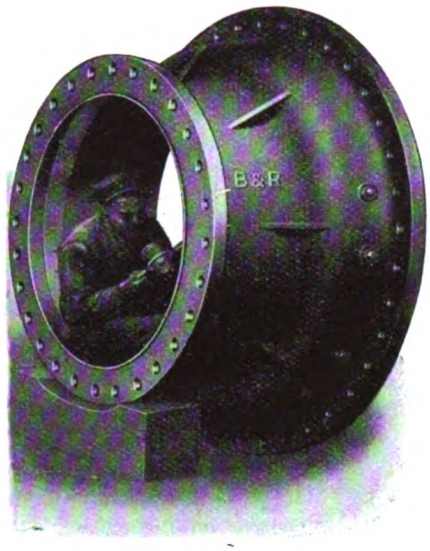


Abb. 2. Stahlgußmeßdüse für das Wäggitalwerk.

druck wird die Düse aus Gußeisen oder Stahlgu3 geliefert. Die sonst bei Venturimessern vorhandene verlustreiche Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck fällt bei dieser Meßvorichtung vollkommen fort, da das Wasser mit der höheren Geschwindigkeit sofort den Turbinen zugeführt wird. Aus diesem Grunde soll die Meßvorrichtung kurz vor den Turbinenschieber eingebaut werden, damit die höhere Geschwindigkeit des Wassers nur auf einer kurzen Strecke vorhanden ist.

Die kleinste Wassermenge, welche mit diesen parabolischen Meßdüsen noch genau bestimmt werden kann, entspricht einer Wassergeschwindigkeit von etwa 0,8 bis 1 m/sec an der engsten Stelle der Düse. Da bei Vollast der Turbinen am unteren Ende der Hochdruckleitung, also hinter der Düse, eine Geschwindigkeit bis zu 10 m/sec möglich ist, so ist leicht ersichtlich, daß ein großer Meßbereich von 1:10 bis 1:12,5 für die Messung erreichbar ist.

Abb. 2 zeigt solche Stahlgußdüsen 1550/1100 mm l. W., von denen 12 Stück für das Kraftwerk Wäggital A.-G. Anlage für Siebnen, Zürich (Schweiz) geliefert wurden für 20 at Betriebsdruck und 45 at Probedruck. (s. Abb. 4.) Das Wäggitalwerk wurde durch zwei gleichberechtigte Partner, das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich und die Nordostschweizerischen Kraftwerke erstellt, von welchen jeder laut Gründungsvertrag der Gesellschaft „A.K.W." Anspruch auf die Hälfte des pro Jahr verfügbaren Wassers und der daraus erzeugbaren Energie hat. Da nun aber infolge der Absenkung des Stausees das Gefälle variiert, ist die Anwendung der Vertragsbestimmungen nur möglich, wenn fortlaufend festgestellt werden kann, wieviel hydraulische Arbeit jeder Partner wirklich verbraucht hat, unabhängig von der erzeugten elektrischen Arbeit. Dies ist nur möglich, wenn die verwendeten Wassermesserapparate genau zeigen, und zwar auch bei Leerlauf, als bei 8—10% der vollen Durchflußmenge. Als weiterer Vorteil fiel in Betracht, daß Registrierung mit Zeiger und Summierung durch zwei verschiedene Apparate geschieht, die sich gegenseitig kontrollieren. Diese Apparate haben vollauf befriedigt. Die Registrier-Apparate folgen raschen und kleinen Wassermengen-Schwankungen sehr präzis. Dies macht sich auch bei den kleinsten Belastungen bemerkbar; es läßt sich zum Beispiel ein Diagramm sogar genau feststellen, wenn die Turbine mit zirka 30—20% verringerter Tourenzahl leer läuft und wenn im Leerlauf der Generator erregt wird. Auch die Angaben der Summierungsapparate stimmen mit denjenigen der Registrierapparate sehr gut überein. Interessant ist auch der Fall, daß einmal eine nach Programm zu liefernde Energiequote nach den Angaben der Wassermesser eingestellt werden konnte, als die elektrische Meßeinrichtung infolge Defektes nicht funktionierte.

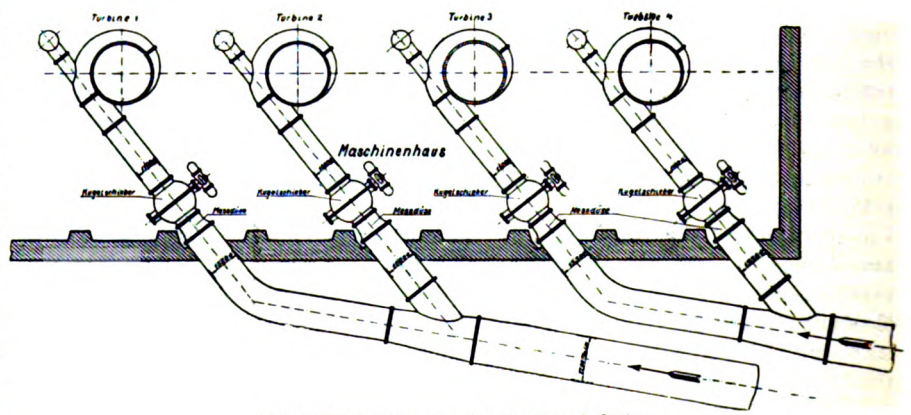


Abb.4. Rohrleitung vor dem Kraftwerk Siebnen.

In Abb. 4 ist der untere Teil der Hochdruckleitung schematisch dargestellt. Die Meßdüsen wurden direkt vor den Turbinenschiebern eingebaut. (Siehe Abb. 5.) Der engste Teil der Hochdruckleitung vor den Turbinen hat eine Lichtweite

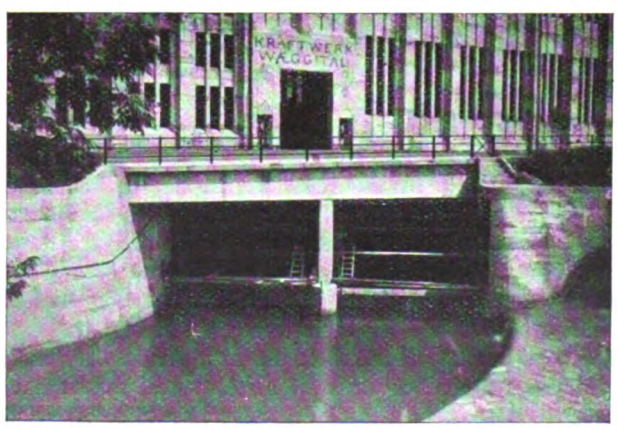


Abb. 3. Meßwehr des Kraftwerkes Siebnen.

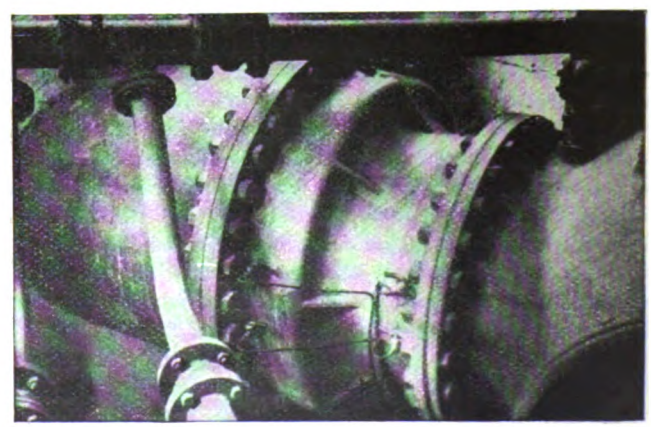


Abb. 5. Einbau der Meßdüsen.

Digitized by Google

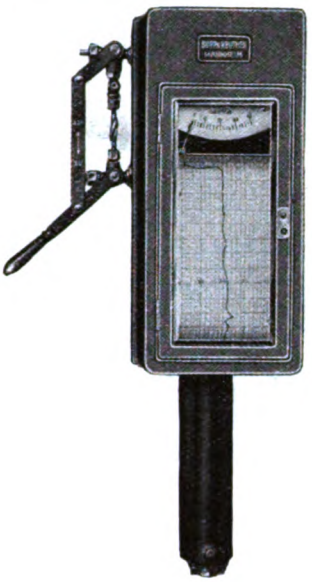


Abb. 6. Registrierapparat.

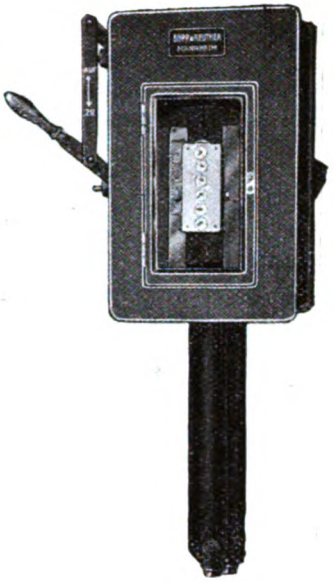


Abb. 7. Summierungsapparat.

von 1100 mm. Bei Vollast beträgt die Wassergeschwindigkeit hier ungefähr 8,4 m/sec. Die Meßdüsen wurden für einen Meßbereich von 1 : 8 geliefert. Für die Anzeige und Registrierung der Wassermengen wurden insgesamt 24 Stück patentierte Reuther Venturi-Registrierapparate Type D und Venturi-Summierungsapparate Type E geliefert.

Der Registrierapparat Type D (Abb. 6) hat einen ablaufenden Registrierstreifen mit besonderer Aufwickelvorrichtung. Das Uhrwerk läuft 7 Tage. Das Instrument dient daher besonders für Wochen- oder Monatsdiagramme und kann bequem auf Schalttafeln angebracht werden. Der Registrierstreifen besitzt eine beinahe vollständig lineare Einteilung. Es können daher jederzeit durch Ausplanimetrieren mit einem einfachen Polarplanimeter die durch die Meßdüse geströmten Gesamtmengen festgestellt werden.

Beim Summierungsapparat Type E (Abb. 7) werden fortlaufend die augenblicklichen Durchflußmengen von einem Zählwerk addiert. Das Zählwerk ist so eingerichtet, daß man sofort die gesamten Durchflußmengen in Kubikmeter ab-

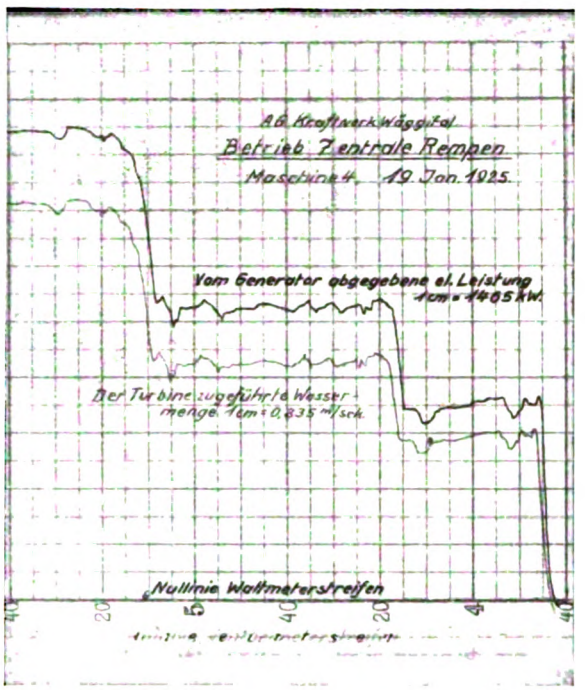


Abb. 8. Wassermesserstreifen und Leistungsmesserstreifen übereinander photographiert.

lesen kann. Der Apparat besitzt ein Präzisions-Ankeruhrwerk mit 7 Tage Laufzeit.

Für die Messung kann eine Genauigkeit von plus minus 2% garantiert werden.

Die Wassermessung erfolgt bei dem Kraftwerk Wäggital ohne Verlust an Druckhöhe, da ursprünglich konische Reduktionsrohre für die Reduzierung der Leitung von 1550/1100 mm vorgesehen waren.

Abb. 8 zeigt einen interessanten Vergleich zwischen einem Wassermesserdiagramm und einem Wattmeterstreifen. Die übereinandergelegten und photographierten Diagramme lassen klar den gleichmäßigen Verlauf der Kurven erkennen.

(W. 128.)

Rundschau

Bedienungslose Wasserkraftanlage Higashiyama, Japan.

Die japanische Gesellschaft Aidzu Denryoku Kabushiki Kaisha hat eines ihrer neueren Wasserkraftwerke Higashiyama für vollautomatischen Betrieb vorgesehen und den Auftrag an die japanische Tochtergesellschaft der Siemens-Schuckertwerke — die Fusi Denki Seizo Kabushiki Kaisha — gegeben. Das Nebenkraftwerk Higashiyama speist in ein bestehendes Netz mit einem handbedienten größeren Hauptwerk. Das Zuschalten des bedienungslosen Generators erfolgt durch Grobsynchronisieren in mehreren Stufen (über Vorwiderstände), wodurch größere, dem Generator schädliche Stromstöße vermieden werden. Durch die Schonung des Generators wird seine Lebensdauer im günstigsten Sinne beeinflußt, im Gegensatz zu dem in Amerika gebräuchlichen System des Grobsynchronisierens ohne Vorwiderstände.

Das Anlassen und Abstellen der bedienungslosen Anlage erfolgt stets mit dem Wassereinlauforgan und im allgemeinen dadurch, daß die Verbindungsleitung zwischen Hauptwerk und Nebenwerk im Hauptwerk ein- bzw. ausgeschaltet wird. Für Versuche und Kontrollen kann dies jedoch durch Ein- und Ausschalten eines kleinen Installationsschalters von Hand im Nebenwerk erfolgen.

Ein vorübergehendes Stillsetzen des Nebenwerkes mit selbsttätigem Wiederanlauf nach Verschwinden des Fehlers tritt ein bei zu hoher Maschinentemperatur, starker Ueberlastung der Maschine, zu hoher Spannung und Wassermangel.

Die Anlage setzt sich dauernd still bei zu hoher Lagertemperatur und Fehlern im Oeldruck des Turbinenreglers.

Alle vorstehend erwähnten Fehler werden durch besondere Ueberwachungsorgane erfaßt.

Die Lieferungen verteilen sich so, daß die Fusi den Drehstromgenerator für 425 kVA, 3450 Volt, 50 Per., Drehzahl 750 + 80% und die Schaltanlage, die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, die direkt gekuppelte Gleichstrom-Erregermaschine von 5,5 kW bei 110 Volt und die Automatik und die Firma J. M. Voith, Heidenheim, die Turbine nebst Regler liefern.

Die Turbine ist eine Einfach-Spiralturbine mit liegender Welle, für ein Gefälle von 27 m und 1,67 m³/sec Wasserverbrauch gebaut und leistet bei 750 Umdr./Min. 480 PS. Sie

Digitized by Google

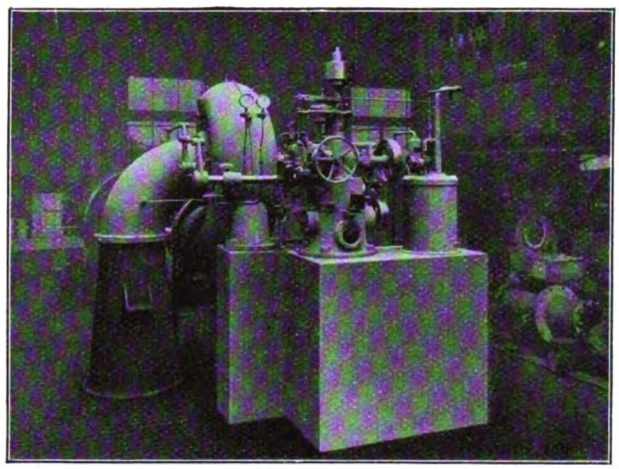


Abb. 1. Spiralturbine für Higashiyama mit Regler und Fernschwimmervorrichtung.

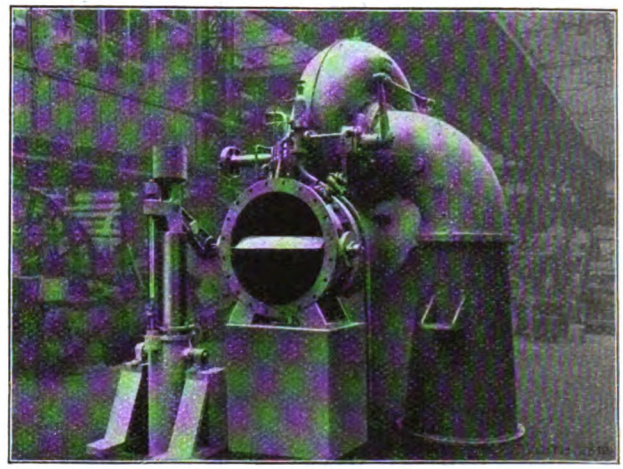


Abb. 2. Spiralturbine für Higashiyama von der Einlaufseite mit automatischer Drosselklappe.

besitzt Innenregelung. Die Abb. 1 und 2 zeigen die Turbine mit Regler und Fernschwimmvorrichtung zusammengebaut in der Werkstatt.

Der Leitapparat der Turbine ist während des Stillstandes geöffnet, so daß die Maschine durch Oeffnen des Turbineneinlaßorgans angelassen wird. Dieses ist eine Drosselklappe, die mittels hydraulischen Servomotors durch Wasserdruck geöffnet und durch Gewichtsbelastung geschlossen wird. Abb. 2 zeigt den Turbineneinlauf mit der geöffneten Drosselklappe und dem darüber am Spiralgehäuse befestigten Verteilungsventil. Der Servomotor-Zylinder ist in senkrechter Stellung schwingbar aufgehängt. Zum sicheren Schließen ist das Eigengewicht des Kolbens durch Zusatzgewichte vergrößert. Das Verteilungsventil führt das Druckwasser dem Servomotor nur für das Oeffnen der Drosselklappe zu. Dazu wird es durch Drucköl gesteuert. Zum Schließen der Drosselklappe wird der Oeldruck weggenommen, worauf eine Feder den Ventilschieber in die neue Stellung drückt, in der er den Servomotor-Zylinder mit dem Ablauf verbindet. Das Druckwasser fließt ab, und der Kolben sinkt durch das Gewicht.

Die Drosselklappe steht mit einem Endschalter in Verbindung, der das Oeffnen der Klappe nur zuläßt, wenn sie vorher völlig geschlossen war.

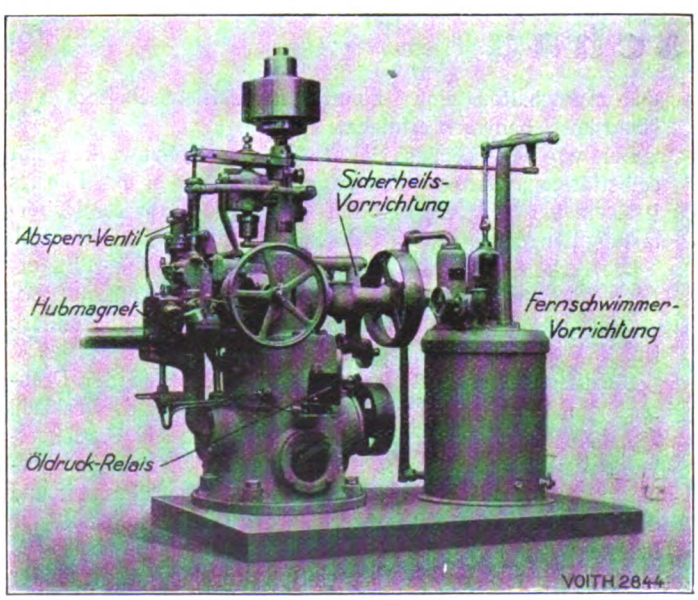


Abb. 3. Oeldruck-Geschwindigkeitsregler für Higashiyama für bedienungslosen Betrieb und Fernschwimmervorrichtung.

Abb. 3 zeigt den mit einem Windkessel ausgerüsteten Regler, der folgende für den bedienungslosen Betrieb notwendigen besonderen Apparate trägt:

1. Oeldruck-Relais. Es schließt bei Sinken des Oeldruckes auf einen für das Schließen des Leitapparates gerade noch zureichenden Wert die Drosselklappe und verhütet damit, daß bei weiterem Sinken des Oeldruckes der Regler zum Schließen nicht mehr imstande sein würde und infolgedessen die Turbine durchgehen könnte.

2. Gesteuertes Absperrventil für den Windkessel. Es verhindert durch Absperrung des Windkessels nach dem Stillsetzen der Turbine, daß der Oeldruck in der Stillstandsperiode unter das zulässige Maß sinkt.

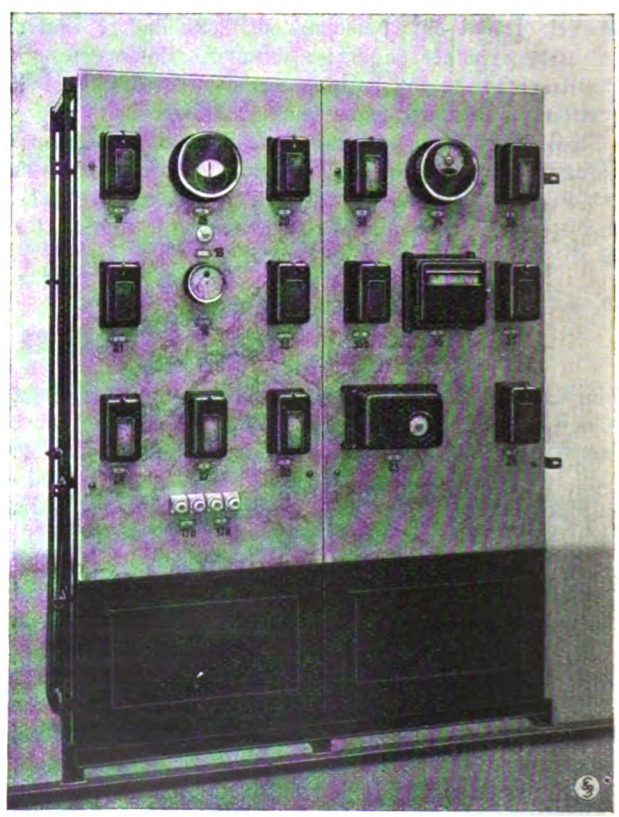


Abb. 4. Zweifeldrige Normal-Schalttafel (Vorderseite) für die Automatik eines bedienungslosen Wasser-Nebenkraftwerkes mit einem Generator. (Die Schalttafel ist ausreichend für die Automatik bei Generatoren bis ca. 5000 kVA.) Geliefert für Japan, Aidzu Denrycku K.K., Kraftwerk Higashiyama, Generator 425 kVA, 3450 Volt, 50 Perioden.

Digitized by Google

3. Selbsttätige Luftansauge-Vorrichtung für den Windkessel. Sie führt dem Windkessel stets die erforderliche Luftmenge zu.

4. Sicherheits-Vorrichtung bei Riemenbruch. Sie schließt die Turbine bei Abfallen oder Reißen des Pendelriemens selbsttätig und schützt sie so vor dem Durchgehen.

5. Hubmagnet für die Steuerung der Drosselklappe.

Der Regler ist weiter mit einer Fernschwimmvorrichtung verbunden, durch die die Schwankungen des Oberwasserspiegels unter Vermittlung von Druckluft auf den Regler übertragen und die Oeffnung der Turbine nach der zufließenden Wassermenge begrenzt wird. (W. 282.)

Literatur

Buchbesprechungen

Der Hochwasserschutz an der Donau in Bayern. Bearbeitet von der Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern. 61 Seiten Text, 21×29 cm mit 8 Karten und Plänen, 8 Tafeln und 3 Textabbildungen sowie 4 Tabellen. München 1927, Verlag der Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern.

Die umfangreiche Denkschrift, als deren Verfasser Ministerialrat Köllerer und Regierungs-Baurat I. Kl. Stängel zeichnen, untersucht eingangs nach einer kurzen Beschreibung des bisherigen Donaulaufes innerhalb der bayerischen Grenzen die Donau-Hochwässer nach dem Aufbau der Scheitelwellen, wie er sich durch das Zusammentreffen der Scheitel der einzelnen Zuflußwellen ergibt. Für die Ursachen der Hochwässer werden die meteorologischen Gründe erörtert, und auch hier ein zu vermutender Zusammenhang von kosmischen Einflüssen mit der Periodizität der Katastrophenhochwässer erörtert. Die Wirksamkeit der bisherigen künstlichen Eingriffe an der Donau und ihren Zuflüssen ist hinsichtlich der Erhöhung der Scheitelwelle durch beschleunigten Abfluß außerordentlich gering. Der Hauptteil der Schrift behandelt dann nach einem Ueberblick über den bisherigen Hochwasserschutz die geplanten umfangreichen Hochwasserschutz-Maßnahmen des eine Flußlänge von rund 340 km umfassenden Gesamtunternehmens nach den einzelnen Flußabschnitten, wofür größtenteils die Anlage von Volldämmen zum Schutz wertvoller landwirtschaftlicher Gebiete und einzelner Ortschaften sich als erforderlich erweist. Zum Schluß wird der Einfluß dieser Bauten auf den Hochwasserabfluß und auf die Geschiebeführung als nicht nachteilig gefunden, und die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens allein aus der Schadensverhütung erwiesen. — Mit dem vorliegenden Buch gibt die Oberste Baubehörde neben ihren Veröffentlichungen über Wasserkraftnutzung eine über die örtliche Bedeutung hinausragende Arbeit aus einem nicht minder wichtigen Gebiet der Wasserwirtschaft an die Oeffentlichkeit. Wir werden auf das Werk noch näher zurückkommen.

(W. 228.) Ing. C. Reindl.

Deutsche Patentschau.

Zusammengestellt von Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Wolff, Berlin, Alexandrinenstraße 1.

Letzter Tag des Einspruches: 27. Dezember 1927.

59 a, 2. S. 75968. Dipl.-Ing. Harry Sauveur, Hannover-Wülfel, Garvenswerke, A.G. Vielzellenpumpe. 30. 8. 26.

85 c, 6. G. 63676. Dr. Eugen Geiger, Karlsruhe, Beiertheimer Allee 70. Verfahren zur mechanischen Abwasserreinigung mittels eines endlosen umlaufenden Siebbandes. 7. 3. 25.

85 c, 6. P. 53315. Passavant-Werke, G. m. b. H., Michelbach, Nassau. Grobrechen für Wasser- und Abwässer-Anlagen mit auf- und abwärts bewegtem Abstreifer. 31. 7. 26.

88 a, 4. R. 65740. Carl Rix, Emden. Umsteuerbare Turbine mit festen Laufschaufeln sichelförmigen Querschnittes. 15. 6. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 3. Januar 1928.

85 c, 6. L. 59516. Wilhelm Leonardy, Lötzen. Verfahren zur Abscheidung von Wasser aus schlammhaltigen Abwässern.

Letzter Tag des Einspruches: 10. Januar 1928.

84 a, 4. K. 91980. Dr.-Ing. Karl Kammüller, Karlsruhe i. B. Bismarckstr. 1. Kammerwasserschloß. 6. 12. 24.

84 c, 2. F. 60377. Johann Fiege, Copernikusstr. 53 und Bernh. Schwelm, Aachemerstr. 207a, Düsseldorf. Pfahlschuh für Vortreibrohre zur Herstellung von Ortpfählen. 23. 11. 25.

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Gesamtausschuß-Sitzung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes.

Wir beehren uns, zu der am Mittwoch, 7. Dezember, 4½ Uhr nachmittags, im Saal I des Reichswirtschaftsrates, Bellevuestraße 15, stattfindenden Sitzung unseres Gesamtausschusses ergebenst einzuladen.

Tagesordnung:

1. Neuwahl des ersten Vorsitzenden
2. Ergänzungswahlen zum Vorstand.
3. Ergänzungswahlen zum Gesamtausschuß
4. Fassung einer Resolution in der Wasserzins-Frage.
5. Verschiedenes.

Wegen der Wichtigkeit der Tagesordnung bitten wir um vollzähliges Erscheinen und verbleiben in dieser Erwartung

mit ausgezeichneter Hochachtung

Der 1. Vorsitzende:
gez. Ernst Reichel, Geh. Reg.-Rat u. Prof.
Der Geschäftsführer:
(W. 301.) gez. Lippert, Reg.-Baurat.

Digitized by Google

Prüfnormen für Wasserkraftmaschinen.

Der Zweck von Normen für Leistungsversuche an Kraftmaschinen ist die Schaffung einer wissenschaftlich einwandfreien Grundlage, auf der Hersteller und Käufer Vereinbarungen über Leistungen und Garantien sowie ihren Nachweis treffen können. Für Deutschland bestehen seit 1925 die „Regeln für Leistungsversuche an Wasserkraftmaschinen", aufgestellt gemeinsam vom Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband und vom Verein deutscher Ingenieure. Aehnliche Regeln oder Normen existieren in England, Frankreich, Oesterreich und den Vereinigten Staaten, in Vorbereitung sind tschechische Normen.

Alle diese Normen weichen jedoch in wichtigen Punkten erheblich voneinander ab, so daß sich für die nach der einen oder anderen Norm bestimmte Leistung nicht die gleichen Werte ergeben. Die Ursache dafür liegt einmal in der Verschiedenheit der Grundlagen, indem beispielsweise die Begriffe für Rechnungswerte wie Gefälle, Wassermenge, Wirkungsgrad usw. auf ungleichen Grundlagen festgelegt sind, anderseits in Abweichungen der zugelassenen Fehlergrenzen und in der unterschiedlichen Bewertung der verschiedenen Meßverfahren. Die Folge ist eine erhebliche Unsicherheit für den Käufer und den Hersteller von Wasserturbinen bezüglich der Gewähr für die verlangte Leistung; ferner bestehen Schwierigkeiten von weiterreichender Bedeutung bezüglich der Bestimmung des Arbeitsvermögens von Wasserkräften auf international vergleichbarer Grundlage. — Die Weltkraft-Konferenz 1926 hat sich mit diesen Aufgaben eingehend beschäftigt, nachdem schon die erste Konferenz 1924 die Notwendigkeit erkannt hatte, international einheitliche Grundlagen sowohl für die Schätzung der Rohwasserkräfte als auch für Leistungsversuche an Kraftmaschinen wie Wasserturbinen zu schaffen. Die Durchführung wurde der Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC) übertragen, die dafür einen aus Vertretern der zehn wichtigsten Industrieländer, darunter Deutschland, bestehenden Arbeitsausschuß einsetzte. In den einzelnen Ländern sind Fachausschüsse zu bilden, die möglichst alle an der Wasserwirtschaft und Wasserkraftnutzung interessierten Kreise umfassen und Vorschläge für eine Fassung der Normen zwecks internationaler Erörterung ausarbeiten sollten. Anläßlich einer Tagung der IEC in Neuyork 1926 wurden solche Vorschläge verhandelt und zur weiteren Beratung den internationalen Ausschüssen überwiesen. Anläßlich der Tagung der IEC im September 1927 in Bellagio konnte bereits eine Reihe von Beschlüssen über Grundlagen, Begriffe u. ä. gefaßt werden; sofern Deutschland und Schweden, denen infolge ungenügender Vorbereitungszeit ein Einspruchsrecht bis 31. Januar 1928 zugestanden wurde, diesen Beschlüssen zustimmen, werden sie zum genannten Tage als internationale Normen veröffentlicht. — Für Deutschland liegt mit Zustimmung des Deutschen Komitees der IEC die Bearbeitung aller dieser Fragen in den Händen des Deutschen Hydraulik-Ausschusses, der aus sachkundigen Vertretern der Hochschulen, des Reiches und der wasserwirtschaftlich wichtigsten deutschen Länder, des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes, des Verbandes deutscher Wasserturbinen-Fabriken und des Vereins deutscher Ingenieure besteht; letzterer hat die Federführung und den Verkehr mit der IEC übernommen. Außer den genannten Kreisen wirken als Sachberater in Sonderfragen namhafte Fachleute des In- und Auslandes mit. Neben der Stellungnahme zu den internationalen Fragen wird es die Aufgabe des Ausschusses, der Anfang Januar 1928 in München zusammentreten wird, sein, die bereits bestehenden deutschen Regeln für Leistungsversuche an Wasserkraftmaschinen mit Rücksicht auf die inzwischen erzielten Fortschritte in maschinen- und meßtechnischer Hinsicht einer grundlegenden Ueberarbeitung zu unterziehen, wobei zum Vergleich die vorhandenen ausländischen Normen und internationalen Vereinbarungen herangezogen werden. Dabei werden insbesondere die verschiedenen Verfahren der Wassermessung an Hand der letzten Erfahrungen kritisch zu werten sein, da die Verschiedenheit ihrer Ergebnisse die Hauptfehlerquelle bei Leistungsschätzungen und -bestimmungen bildet. (W. 303.)

Internationale Gemeinschaftsarbeit in der Technik Weltkraftkonferenz Berlin 1930

Unter den internationalen Veranstaltungen auf dem Gebiete der Technik nimmt die Organisation der Weltkraftkonferenz eine Sonderstellung ein. Im Jahre 1924 gegründet, war sie mit eine der ersten internationalen Konferenzen, an denen Deutschland von Anfang an völlig gleichberechtigt mitarbeitete. In den wenigen Jahren ihres Bestehens hat sie es verstanden, sämtliche an Kraftfragen interessierte Länder zu Mitgliedern zu gewinnen. 46 Länder gehören ihr heute an.

Der Sitz des Zentralbüros, das von Direktor Dunlop geleitet wird, ist London. Die einzelnen Länder sind durch nationale Komitees in der Gesamtorganisation vertreten. Das Deutsche Nationale Komitee ist als besonderer Ausschuß beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine gegründet worden und setzt sich aus drei großen Interessengruppen zusammen: den in Betracht kommenden Reichsbehörden, den wissenschaftlichen Organisationen und den Wirtschaftsverbänden. Auf diese Weise ist die bestmögliche Förderung der Ziele der Weltkraftkonferenz durch Deutschland gewährleistet. Vorsitzender des deutschen Komitees ist Generaldirektor Dr. Köttgen, Geschäftsführer Prof. Dr. C. Matschoß, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure. Die Geschäftsstelle befindet sich im Ingenieurhaus, Berlin NW 7.

An Zusammenkünften sind satzungsmäßig Voll- und Teilkonferenzen vorgesehen; die erste dieser Teilkonferenzen fand 1926 in Basel statt über „Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt"[1]). Die zweite Teilkonferenz im nächsten Jahre (1928) in London wird sich ausschließlich Brennstoffragen widmen. Eine weitere Teilkonferenz wird im Oktober 1929 in Tokio tagen.

Die großen Mittelpunkte der Tagungen sind jedoch die Vollkonferenzen. Nach der Vollkonferenz in London vom Jahre 1924[2]) wird im Jahre 1930 die

zweite Weltkraftkonferenz

vor sich gehen. Auf Beschluß des Internationalen Hauptausschusses der Weltkraftkonferenz, der in diesem Jahre im September in Cernobbio bei Como tagte, wird sie in Deutschland abgehalten werden, und zwar hat das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz Berlin als Tagungsort gewählt. Ueber das Programm im einzelnen sind noch Verhandlungen im Gange. Soviel kann schon heute gesagt werden, daß neben dem umfangreichen Vortragsteil eingehende Studienreisen nach allen wichtigen Kraftzentren Deutschlands geplant sind, die den Teilnehmern einen umfassenden Ueberblick über die deutsche Kraftwirtschaft geben sollen. (W. 302.)

1) Vgl. diese Zeitschr. 1926, H. 13, 16, 21.
2) Vgl. die Sonderberichte über die Londoner Weltkraftkonferenz in dieser Zeitschr. 1924, H. 14 u. 15, und Sonderdruck (R. Pflaum-Verlag).

Digitized by Google

WASSERKRAFT UND WASSERWIRTSCHAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT
OFFIZIELLES ORGAN DES DEUTSCHEN WASSER-WIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBANDES E.V. BERLIN

HERAUSGEBER:
GEH. BAURAT DR.-ING. EHR. W. SOLDAN, BERLIN / GEH. REG.-RAT PROF. DR.-ING. EHR. E. REICHEL, BERLIN / OBERBAUDIREKTOR K. DANTSCHER, PROFESSOR, REKTOR DER TECHN. HOCHSCHULE, MÜNCHEN / PROFESSOR H. HEISER, DRESDEN.
HAUPTSCHRIFTLEITER: INGENIEUR C. REINDL, MÜNCHEN.

Hauptgeschäftsstelle des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V.: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstrasse 50, Telephon Uhland 1066, Postscheck Berlin 11936.
Textbeiträge an Geh. Baurat Dr.-Ing. W. Soldan, Berlin W 9, Königgrätzerstraße 123, oder an Ing. C. Reindl, München, Herrnstraße 10/II

Die Wasserkraft 22. Jahrgang.	München und Berlin. Richard Pflaum Druckerei- u. Verlags-A.G.	Z. des D. W. W. V. 7. Jahrgang.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. – Bezugspreis: halbjährig RM. 6.—. Anzeigen: nach Tarif.

HEFT 24 — 15. DEZEMBER — 1927

Aus dem Inhalt: Neuere Quellenuntersuchungen in der Schweiz. / Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes. / Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz. / Mechnische Rechen-Reinigung in Wasserkraft-Anlagen. / Verbandsmitteilungen.

Um den ungestörten Weiterbezug der Zeitschrift beim Jahreswechsel zu sichern, belieben unsere Abonnenten den

Abonnementsbetrag

von RM. 12.— ganzj. oder RM. 6.— halbj. umgehend mit beiliegender Zahlkarte auf unser Postscheckkonto München 15109 einzuzahlen, soweit sie die Zeitschrift nicht durch den Buchhandel oder als Mitglieder des D.W.W.V. erhalten.

Inhaltsverzeichnis

wird dem Heft 2 kommenden Jahres beigelegt.

Einbanddecken

in Leinen zum Preis von Mk. 2.— je Stück für Jahrgang 1927 bitten wir beim Verlag zu bestellen.

Neuere Quellenuntersuchungen in der Schweiz.

Von Prof. Dr. W. Koehne.[1])

In der gewässerkundlichen Literatur der letzten Jahre sind Untersuchungen über wasserwirtschaftlich bedeutsame Quellen nur spärlich vertreten. Daher ist eine kürzlich erfolgte Veröffentlichung von Schaad[1]) über Schweizer Quellen sehr zu begrüßen. Schaad hatte sich die Aufgabe gestellt, die Schüttung, Temperatur und Härte der Quellen in ihrer Abhängigkeit vom Witterungsverlauf zu untersuchen. Die dabei behandelten Gebiete waren der Klettgau (Abb. 1) und die Kohlfirsthochfläche bei Schaffhausen, ferner die Wasserfassungsgelände der Städte Zürich und Basel. Zürich nutzt die Quellen des Schotterfeldes zwischen Sihl und Lorze aus, Basel diejenigen des Jura bei Grellingen—Seewen, wo zum Teil tägliche Messungen ausgeführt worden sind. Nach der Veränderlichkeit teilt Schaad die Quellen ein in:

	Verhältnis von Minimum zu Maximum			
1) sehr konstante Quellen	1 : 1	bis	1 : 2	vgl. die Abb. 1
2) konstante Quellen	1 : 2	„	1 : 5	
3) ziemlich konstante Quellen	1 : 5	„	1 : 10	
4) variable Quellen	1 : 10	„	1 : 20	
5) sehr variable Quellen	1 : 20	„	1 : ∞	

Im allgemeinen sind die Quellen um so veränderlicher, je kürzer die Zeit ist, die das Wasser zu seinem unterirdischen Weg braucht. Schaad fand hier einen Mindestwert von etwa 1 Stunde, einen Höchstwert von etwa 1½ Jahren.

Sehr konstante Quellen sind in den diluvialen Decken-

[1]) Vgl. E. Schaad: Quellenstudien. Vortrag gehalten auf der 52. Generalversammlung des Schweizer Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Lugano. Monatsbulletin des genannten Vereins. VI. Jg., Nr. 1, 2, 3, 4. Zürich, 1926.

Digitized by Google

schotter- und Moränengebieten zu finden. Vertreter der variabeln und sehr variabeln Quellen sind diejenigen aus den Jurakalken, die zur Wasserversorgung von Basel dienen. Bei den hierher gehörenden Bloch- und Stelliquellen liegen Schüttungs- und Niederschlagsmessungen von 1911 bis 1922 vor. Im Durchschnitt ergaben sich folgende Werte:

1911/1922	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	
Niederschlag	72	71	53	46	80	77	mm
Quellschüttung	4,3	5,0	5,4	5,0	6,3	8,4	l/sec
1911/1922	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**Aug.**	**Sept.**	**Okt.**	
Niederschlag	97	121	94	102	92	68	mm
Quellschüttung	6,9	5,8	4,6	3,7	3,5	3,6	l/sec

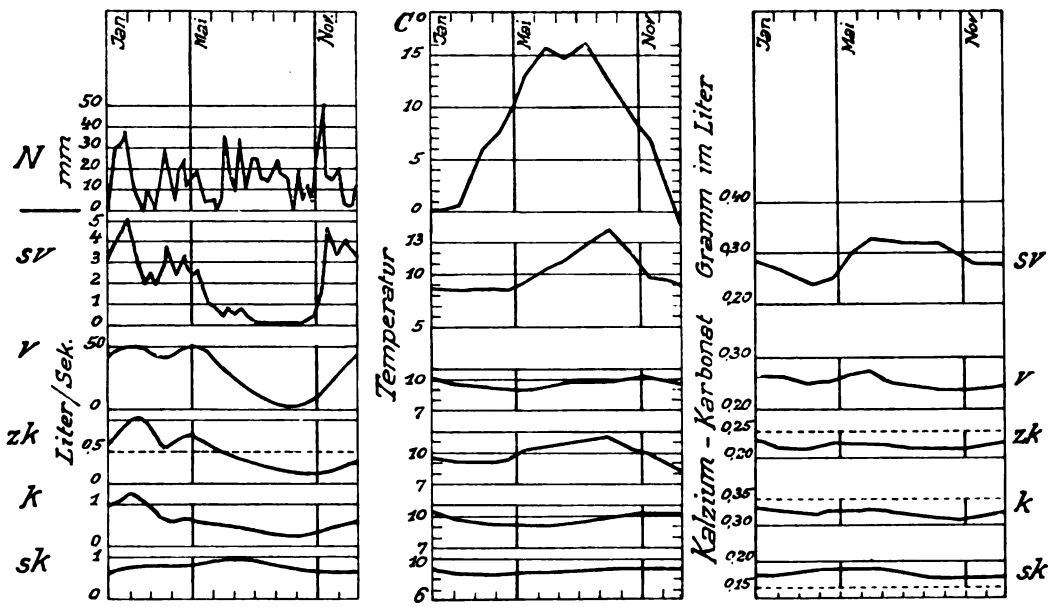


Abb. 1. Quellen im Klettgau bei Schaffhausen. Gang der Quellschüttung, der Temperatur und des Gehalts an Kalziumkarbonat im Jahre 1913. sk = sehr konstant, k = konstant, zk = ziemlich konstant, v = veränderlich, sv = sehr veränderlich. N = Niederschlag. Der Gang der Lufttemepratur ist im mittleren Feld oben aufgetragen.

Der Gang der Quellschüttung im Durchschnittsjahr ist also ein wesentlich anderer als der der Niederschläge. Teils ist das darauf zurückzuführen, daß die Niederschläge als Schnee gefallen sind und erst bei der Schneeschmelze zur Wirkung kamen. Vor allem aber war die Verdunstung im Sommer wesentlich größer als im Winter und hat die Niederschläge in so hohem Maße aufgezehrt, daß die Quellschüttung im Sommer trotz größerer Niederschläge geringer ist als im Winter. Da die Größe des Einzugsgebietes nicht genau bestimmt werden konnte, so war es hier nicht möglich, Abflußhöhen und Niederschlagshöhen unmittelbar zu vergleichen. Es ist Schaad jedoch gelungen, auch einige Versuchsflächen zu finden, bei denen die Größe des zu den Quellen gehörenden Einzugsgebiets sich mit genügender Genauigkeit ermitteln ließ. Ein Beispiel dafür bildet der Asenberg im Klettgau, eine ziemlich ebene Hochfläche, die zum großen Teil von Lößlehm eingenommen ist; unter diesem lagert Deckenschotter, dessen Gerölle gut verkittet sind. Die Quellschüttung aus dem 2,16 km² großen Einzugsgebiet betrug 1913 im Mittel 11,6 l/sec, also je Quadratkilometer 5,3 l/sec, das ist 167 mm/Jahr bei einem Niederschlag von 727 mm. (Unterschied 727—167 = 560 mm.)

Ein zweites Versuchsgebiet, ebenfalls eine Hochfläche auf Deckenschotter, ist der Kohlfirst, ein freiliegender Berg bei Schaffhausen, an dessen Hängen Quellen heraustreten. Das Einzugsgebiet ließ sich hier nur ungefähr ermitteln (rund 7 km²). Es betrug:

Kalenderjahr	Niederschlag	Abfluß	
1920	620 mm	37 l/sec = rd. 5 l/sec/qkm =	rd. 167 mm/J.
1921	603 mm	22 l/sec = rd. 3 l/sec/qkm =	rd. 100 mm/J.

Die höchste Quellspende betrug im Januar 1920 rund 10 l/sec qkm, die niedrigste im Dezember 1921 noch gegen 4 l/sec qkm. Die Schwankung war also ziemlich gering.

Ein drittes Versuchsgebiet ist der Kornberg bei Schaffhausen, 5,04 km² groß, waldig und sehr durchlässig, aus Malmkalken aufgebaut. Die Quellschüttung betrug 9,5 l/sec, das ist rund 300 mm/Jahr. Die unterirdische Abflußspende wird also durch die hohe Durchlässigkeit der Malmkalke sehr vermehrt.

Bei Schaads Untersuchungen konnte auch die Geschwindigkeit, mit der das Grundwasser fließt, an einigen Stellen ermittelt werden. Bei den Basler Juraquellen spielt versickertes Wasser aus dem Sewerbach eine große Rolle; es durchfließt eine Entfernung von 2 bis 3,75 km in 6—9 Stunden, erreicht also eine Geschwindigkeit von 5—7 m je Minute oder 7—10 km/Tag. Daher ist das Wasser dieser Quellen oft getrübt.

Eine weitere Gelegenheit, die Geschwindigkeit zu ermitteln, ergab sich bei einem Grundwasserstrom, der oberhalb des Rheinfalls bei Schaffhausen Flußwasser empfängt, das 3—5 Monate später in den Quellen bei Neuhausen wieder zutage tritt, nachdem es in einem diluvialen Urstromtal grobe Schotter durchflossen hat. Die Zeitdauer, die zu dem Wege gebraucht wird, ergibt sich aus einem Vergleich des Ganges der Temperatur im Rhein und im Grundwasser bei Neuhausen (Abb. 2).

Bezüglich der genauen Lage der Eintrittsstelle des Rheinwassers in den Grundwasserstrom scheinen noch einige Zweifel zu bestehen; Schaad gibt ihre Entfernung von der Austrittsstelle zu 2 km an, Hug[2]) zu 3,4 km. Die Fließgeschwindigkeit wird also vielleicht 15 m am Tag, vielleicht auch etwa doppelt so viel betragen bei einem Gefälle, das nach Hug mit 1 : 110 anzunehmen ist. Jedenfalls ist also die Geschwindigkeit in diesen groben Schottern schon viel geringer als in den Klüften des Kalksteins.

Beim Grundwasser im Deckenschotter berechnete Schaad die Fließgeschwindigkeit auf etwa 1 mm/min (1,4 m/Tag).

Die Temperatur der Quellen hängt in erster Linie von der Gesteinstemperatur der durchflossenen Strecke ab. In gewissem Maße macht sich aber auch die ursprüngliche Temperatur des einsickernden Wassers noch bemerkbar. So zeigt sich die abkühlende Wirkung von Schneeschmelzwasser deutlich. Die Verzögerungen im Gang der Quelltemperatur gegenüber denjenigen der Luft betragen bei den Klettgauer Quellen nur 1—2 Monate, bei den beständigen Quellen aus dem Deckenschotter bis zu 6 Monaten. (Vgl. Abb. 1.)

[2]) Hug: Die Grundwasservorkommnisse der Schweiz. Annalen der Schweizerischen Landeshydrographie. Bd. III. 1918.

Digitized by Google

Recht wertvoll sind Schaad's Mitteilungen über den Gehalt des Wassers an Kalziumkarbonat. Bei den sehr veränderlichen Quellen pflegt der $CaCO_3$-Gehalt nach großen Niederschlägen etwas herabzugehen, aber bei weitem nicht in dem Maße, wie man nach der Verdünnung des Wassers erwarten könnte. So stieg die Schüttung einer Quelle innerhalb eines Tages von 1,8 auf 3,7 l/sec, während der $CaCO_3$-Gehalt nur von 0,33 auf 0,30 g im Liter sank. Bei weniger unbeständigen Quellen bemerkt man bei starkem Anschwellen zunächst eine Abnahme des Karbonatgehaltes, nach wenigen Tagen aber bereits eine Zunahme über den früheren Stand hinaus. Bei den konstanten Quellen steigt und fällt der Gehalt an $CaCO_3$ annähernd mit der Wasserführung, eine Tatsache, die den bisher verbreiteten Ansichten widerspricht; sie erklärt sich daraus, daß beim Ansteigen des Grundwasserspiegels der Druck und damit die Aufnahmefähigkeit des Wassers zunimmt. Diese hängt auch stark vom Gehalt an freier Kohlensäure ab, der im Sommer am größten ist. Sowohl die Beobachtungen in der Natur, wie Versuche, die Schaad im Laboratorium vorgenommen hat, zwingen zu der Schlußfolgerung, daß die Auslaugung des Kalziumkarbonates aus dem Gestein sehr schnell vor sich geht; sie erfordert nur einige Stunden oder Tage. Sinkt die Aufnahmefähigkeit durch Verlust an Druck und freier Kohlensäure, so wird auch der Kalk schnell wieder ausgeschieden. Die Gesteinsmengen, die so dem Untergrund entzogen werden, sind sehr beträchtlich. So förderte eine von Schaad beobachtete Quelle im Jahre 73 000 kg Gips heraus. Gehen in einem Kalkgebiet durchschnittlich im Jahre 300 l/Jahr Wasser je Quadratmeter hindurch und nehmen dabei je ½ g Kalkkarbonat mit, so entziehen sie 100 g/qm/Jahr, in 25 Jahren 2500 g gleich 1 cdm, entsprechend einer Gesteinssäule von 1 mm Höhe.

Die Schnelligkeit der Kalkauflösung erklärt manche Erscheinungen, die sonst rätselhaft erscheinen würden. Man findet zum Beispiel in der Nähe von Flüssen Brunnenreihen großer Wasserwerke, deren Wasserförderung nach allgemeinen gewässerkundlichen Erfahrungen zum großen Teil dadurch bestritten wird, daß Flußwasser in den Untergrund eindringt. Vergleicht man aber den Kalkgehalt des geförderten Wassers mit dem des ursprünglichen Grundwassers, so findet man, daß keineswegs eine solche Abnahme erfolgt ist, wie man nach der Beimischung weichen Flußwassers scheinbar erwarten müßte. Der scheinbare Widerspruch erklärt sich dadurch, daß das weiche Wasser auf dem Wege vom Fluß zum Brunnen dem Untergrund bereits Kalk entzieht. Man kann daher nicht ohne weiteres aus dem Kalkgehalt das Mischungsverhältnis von landseitigem Grundwasserzufluß und ehemaligem Flußwasser berechnen.

Ein interessantes Beispiel für die Zunahme der Härte des Wassers, das aus dem Flusse in das Grundwasser übergegangen ist, hat Hug in der genannten Arbeit S. 117, veröffentlicht. Wo die Limmat den Zürichsee verläßt, gibt sie beträchtliche Wassermengen an das Grundwasser ab.

Entfernung vom Flusse	Karbonatgehalt g im Liter
0 (Flußwasser)	0,12
50 m (Grundwasser)	0,17
300 m „	0,24
1000 m „	0,28
1200 m „	0,31

Nach Hug ist anzunehmen, daß die Zunahme der Härte in diesem Falle nicht nur durch Auflösung von Kalk, sondern auch durch Beimischung kalkreicheren Grundwassers erfolgt.

Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, daß Hug mächtige Quellaustritte, die nach Schätzung 1,35 cbm/sec liefern und aus Schotterfeldern des Suhrtales am Rande des Aaretales austreten, erwähnt. Ihre genauere Messung war nicht möglich, weil der Abfluß zu sehr zersplittert ist. Ertragsschwankungen einer bedeutenden Quellgruppe im Emmetal, die aus Schotter entspringt und zur Wasserversorgung der Stadt Bern ausgenutzt wird, sind bei Hug angegeben. Es fällt hier die große Gleichmäßigkeit der Schüttung der Ramsei-Quelle auf, während Quellen, die die Stadt St. Gallen versorgen und aus Kreideklüften stammen, sehr stark schwanken.

Recht lehrreich für die Quellenkunde sind auch die Untersuchungen von Engler[3]) über den Einfluß des Waldes auf die Wasserführung der Gewässer. Engler verglich zwei Gebirgstäler, das überwiegend bewaldete Sperbelgraben-

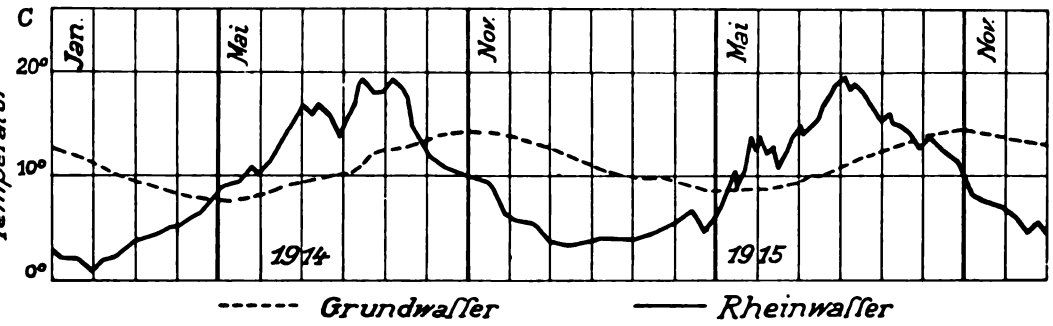


Abb. 2. Gang der Temperatur im Grundwasser und Rheinwasser bei Neuhausen (unweit Schaffhausen). Mehrere Kilometer oberhalb der Beobachtungsstelle tritt Rheinwasser in die Schotter eines diluvialen Urstromtales ein und erreicht nach mehreren Monaten die Austittsstelle bei Neuhausen.

gebiet (0,56 qkm) und das meist von Weideland eingenommene Rappengrabengebiet (0,70 qkm). Er fand in Quellen und Gräben bei niedrigen Wasserständen folgende Abflußmengen:

		1906			1907				1911		
Quellengebiet		30,8	6,9	12,10	25,6	9,8	1,10	27,11	29,7	16,8	
Quellen	Sperbelgraben (Wald)	21	15	12	133	30	31	20			
	Rappengraben (Weide)	55	46	32	175	64	69	69			
Gräben	Sperbelgraben (Wald)	60	40	35	495	75	110	88	45	31	
	Rappengraben Weide)	90	63	54	459	144	137	298	47	20	
Gesamte Abflußmenge an der Meßstelle	Sperbelgraben	84	56	55	782	114	144	180	69	50	Lit./Minuten
	Rappengraben	91	71	54	402	145	139	360	38	15	

Die gesamte Abflußmenge im Rappengraben ist geringer als die Summe der in den einzelnen Zubringern gemessenen Abflußmengen; diese Abflußverluste, die nur bei trockenem Wetter beobachtet worden sind, erklärt Engler durch die Verdunstung. Im übrigen zeigt sich das überraschende Er-

[3]) Engler: Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitteil. der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. XII. Bd. 1919.

Digitized by Google

gebnis, daß die sichtbaren Quellen im Rappengrabengebiet stärker und gleichmäßiger fließen als im Sperbelgrabengebiet, daß aber die Niedrigwasserführung des Sperbelgrabens erheblich durch im Verwitterungsboden hangabwärts fließendes Grundwasser angereichert wird, so daß sie im allgemeinen nicht schlechter ist als im Rappengraben. Das erklärt sich so, daß im Rappengrabengebiet der geologische Aufbau die Entstehung sichtbarer Quellen begünstigt, der Verwitterungsboden im Walde aber so viel lockerer ist als der im Weideland, daß in seinen tieferen Teilen mehr Wasser zu Tal gefördert werden kann, während im Weideland ein größerer Anteil der Niederschläge gar nicht erst in den Boden eindringt, sondern oberflächlich abfließt.

Man muß daraus schließen, daß die Sammlung des unterirdischen Abflusses in augenfälligen Quellen in erster Linie vom geologischen Aufbau abhängt, auf die gesamte Abflußmenge bei Niedrigwasser aber auch die Kulturart einen großen Einfluß ausübt. (W. 140.)

Die Druckluftarbeiten beim Bau des Entnahmebauwerkes des Achenseekraftwerkes.

Von Ing. Ernst Hamberger, zugeteilt der Bauleitung der Tiroler Wasserkraftwerke A.G. für das Achenseekraftwerk.

(Schluß aus Heft 23, S. 316.)

Um den Hohlraum, den der außerhalb des Mauerungsringes gleitende Schildschwanz zwischen Mauerung und Material hinterließ, satt füllen zu können, wurden in jedem Doppelringe sechs Injektionsrohre versetzt, durch welche dieser Raum, soweit er sich nicht durch nachrutschendes Material von selbst ausfüllte, mit Zementmörtel ausgepreßt wurde. Diese Injektionen konnten zum Teil nur mit Hilfe des herrschenden inneren Ueberdruckes durchgeführt werden, zum Teil erforderten sie einen Ueberdruck von etwa 3 at. Sie wurden, um Setzungen des Mauerwerks zu verhindern, an der Rohrsohle täglich nach dem Vorpressen des Schildes, am übrigen Rohrumfang einmal wöchentlich ausgeführt. Diese Zementeinpressungen wurden nach Fertigstellung des gesamten Stollens nochmals wiederholt. Der gesamte Zementaufwand für die Einpressungen beläuft sich auf rund 800 kg/lfd. Meter Stollenrohr.

Etwa alle drei Wochen, also auf eine Strecke von je rund 10 m, wurde in das fertiggemauerte Stollenrohr, projektsgemäß eine gegossene Eisenbetonmanschette von 8 cm Stärke eingebracht, so daß der lichte Durchmesser des fertiggestellten Stollens 2,60 m ist. (Abb. 17.)

Am 1. März wurde in einer Entfernung von 32 m ab Caisson H der Fels angefahren und zwar zeigte er sich, in Uebereinstimmung mit den Bohrungen, als standfeste, gut erhaltene Rauhwacke. Die Felsoberfläche fällt und streicht je unter rund 60° zur Rohrachse und ist von einer reinen, etwa 20 cm starken Sandschicht, in der einzelne größere Steine eingelagert waren, bedeckt gewesen. Die vorher durchfahrenen Schotterschichten zeigten meist eine stärkere Vermischung der einzelnen Korngrößen und waren in der Regel noch von Lehm durchsetzt. Der Schild wurde nun in den Fels noch so weit vorgetrieben, daß man einerseits die Sicherheit hatte, daß seine Schneide wirklich im festen Fels steckte und anderseits sein hinteres Ende zum Teil wenigstens noch aus dem Fels hinausragte. In dieser Stellung (Ab. 18 und 22) wurden Pressen, Zwischenwände usw. ab-

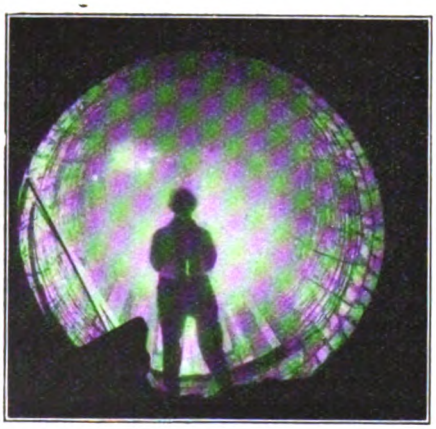


Abb. 17. Manschetten-Betonierung im fertiggestellten Schildstollen. März 1927.

Abb. 18. Der Schildmantel vor der Einmauerung. Die inneren Ringe sind die Lehrbögen für die Mauerung. März 1927.

Abb. 19. Fugendurchbruch F—G nach Beendigung des Schildvortriebes. März 1927.

Abb. 20. Der ausgeweitete Druckluftstollen samt Abschlußwand und Stollentür. April 1927.

Abb. 21. Mauerung im Druckluftstollen. April 1927.

Digitized by Google

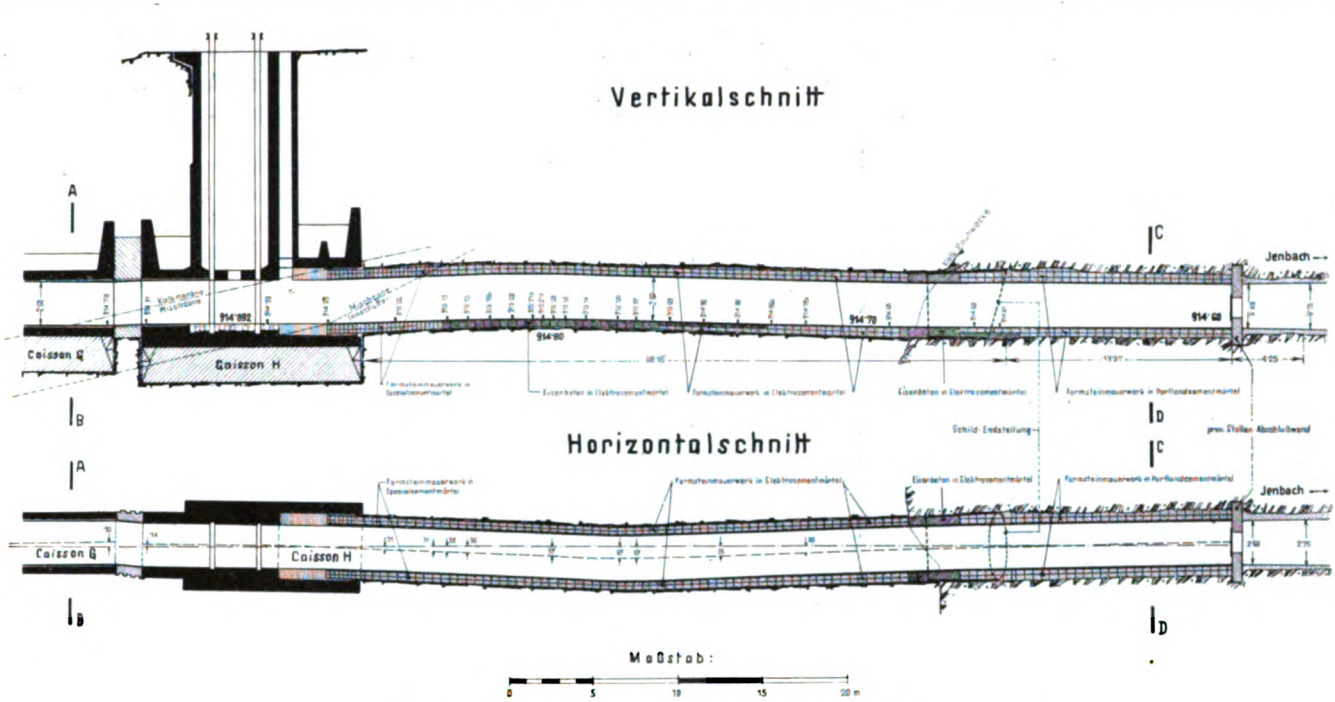


Abb. 22. Fertigstellungsplan des Schild- und Druckluftstollens.

getragen, während der Schildmantel sozusagen als Panzerung in dieser Uebergangsstrecke eingemauert wurde. Außerdem wurden in dieser Strecke die Ringe beim Schildschwanz nicht in Formsteinmauerwerk, sondern in Eisenbeton ausgeführt und die später eingebrachte Manschette mit einer doppelten Längsbewehrung versehen.

Von der Schildendstellung weg, d. i. 38,15 m ab Caisson H, wurden noch weitere 13,35 m Stollen unter Druckluft vorgetrieben, bis zu einer Stollenabschlußwand, die im daran bergseits anschließenden bergmännisch in freier Luft hergestellten Stollen, nach Einstellung des Vortriebes etwa 3 m hinter der Brust errichtet worden war. Diese bildete also die gesetzte Grenze zwischen Freiluft- und Druckluftstollen, war mit einer Schiebetür ausgestattet und wurde später aus dem Stollen entfernt, nachdem im Druckluftstollen die Arbeiten beendet waren und der Druck abgelassen werden konnte.

Die oben erwähnten 13,35 m Druckluftstollen konnten in einem Zuge vorgetrieben (der Durchschlag erfolgte am 2. 4. 1927 nachts), ausgeweitet und ausgemauert werden. Die Luftverluste durch Felsen und Mauer waren so geringfügige, daß man gleichzeitig die früher erwähnte Fuge F—G durchbrechen und fertigstellen konnte (Abb. 19), wodurch die ganze caissonierte Rohrstrecke bis zur Schütze beim Rohreinlauf unter Druck gesetzt wurde. Infolge des guten Zustandes des Felsens und seiner geringen Wasserführung war es also zu einer teilweisen Abänderung des Bauprogrammes gekommen. Anstatt, wie vorgesehen, 100 m Druckluftstollen vom Berg her erstellen zu müssen, brauchte man nur 13,35 m von der Seeseite her vortreiben. Der Luftverbrauch zur Zeit des Beginnes des Schildvortriebes war 30 m³/Min., der Druck schwankte im allgemeinen zwischen 14 und 16 m W.S. Später stieg, hauptsächlich infolge des beschleunigten Betriebes, d. h. des dabei betriebenen raschen Brustabbaues bei dem durchlässigen Material, die benötigte Luftmenge auf maximal 48 m³/Min., während ein Druck von maximal 14,2 m W.S. notwendig war. Im letzten Baustadium während des Vortriebes des Druckluftstollens waren wiederum nur mehr 30 m³/Min. Luft, nach der Ausmauerung 14 m³/Min. (Abb. 20, 21), und schließlich nach Durchführung der Zementeinpressungen nur mehr 3 bis 6 m³ Luft je Minute für das ganze Rohr von rund 180 m Länge notwendig, wobei der Druck auf 1,5 at im Mittel gehalten wurde. Unter den beschriebenen Verhältnissen bezüglich vorhandener und benötigter Luftmenge war es nicht notwendig, die zur Ausführung ursprünglich als notwendig vorgesehenen Sicherheitsluftkammern in die Stollenröhre hinter dem Schild einzubauen. Es waren auch die beiden für alle Fälle eingebauten kleinen Schleusenkammern im Schild nie als solche zur Anwendung gekommen. Die den Arbeitsräumen zugeführte Druckluft war infolge der örtlichen Lage der Baustelle, (im Hochgebirge 930 m über dem Meere) weit entfernt von jeder städtischen Ansiedlung, sehr guter Qualität. Für die Abscheidung von Wasser und eventuell Oel waren an verschiedenen Stellen entsprechende Vorrichtungen eingebaut.

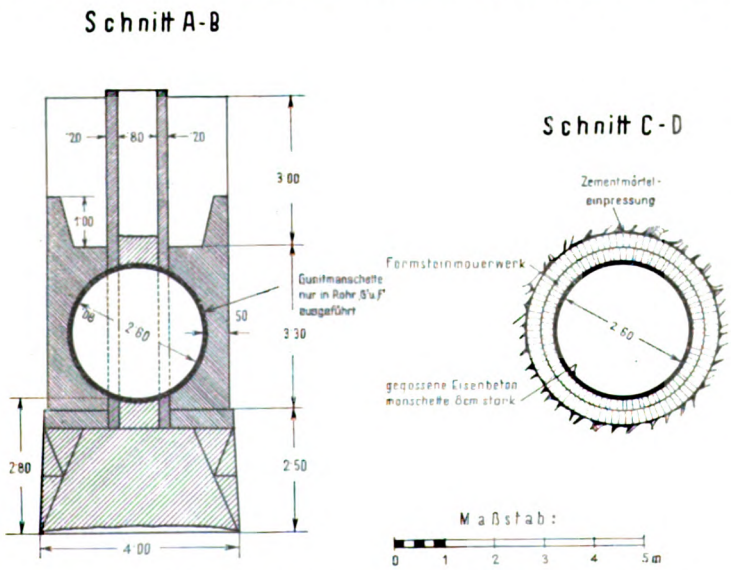


Abb. 23. Querschnitt des Caisson- und des Schildstollenrohres.

Abb. 22 zeigt den Fertigstellungsplan der Schild- und der Druckluftstrecke und zwar ist ein Horizontalschnitt und ein Vertikalschnitt in der Längsachse dargestellt.

Digitized by Google

Abb. 23 zeigt je einen Schnitt durch das Schild- und das Caissonstollenrohr. Der Schild hatte gleich zu Beginn des Vortriebes, also noch in der Schildkammer, in der er zwar geführt, aber immerhin beweglich eingebaut war, infolge seines Auftriebes, Richtung nach oben und nachdem der Caisson H nicht in der theoretischen Achse stand, auch Richtung nach rechts genommen. Diese Abweichungen vom richtigen projektgemäßen Weg konnten durch unterschiedliche Verwendung der Pressen und entsprechendes Abbauen der Brust nur langsam gebessert werden. Es entstand dadurch im Rohr eine schwache Steigung und ein flacher Bogen. Nach Erreichung des höchsten Punktes konnte die Richtung nach abwärts nur durch sehr vorsichtiges Arbeiten eingehalten werden. In der Endstellung hatte der Schild wiederum Richtung nach aufwärts. Der Zusammenschluß mit dem bergmännisch hergestellten Stollen hinter der Abschlußwand gelang aber schließlich doch sehr zufriedenstellend.

Anfangs Mai 1927 waren die unter Preßluft auszuführenden Arbeiten beendet, es konnte daher der Ueberdruck abgelassen werden. Es zeigte sich hierbei, daß das ganze Rohr, also sowohl der caissonierte Teil samt den Fugenpartien, als auch der Schild- und Druckluftstollen, vollkommen wasserdicht waren, obwohl dies keine unbedingt an das Bauwerk zu stellende Forderung ist. Die seeseitige Abschlußschütze war anfangs einigermaßen undicht. Nachdem jedoch durch den Taucher außerhalb der Schütze Reinigungsarbeiten durchgeführt worden waren, ging auch hier die Menge des Leckwassers soweit zurück, daß die Gesamtwassermenge, die in das Bauwerk eindrang, mit rund 1 Liter/Sek. festgestellt werden konnte.

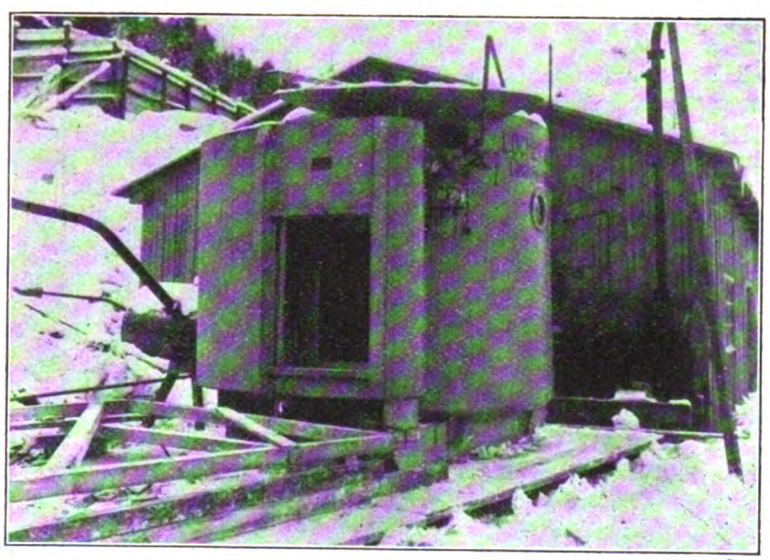


Abb. 24. Krankenschleuse (Rekompressionskammer) der Firma Locher & Cie.

Arbeiterwohnungen, sanitäre Maßnahmen und Arbeiterstand:

Der größte Teil der Druckluftarbeiter war in zwei auf der Baustelle selbst errichteten Baracken zu vier oder fünf Mann in je einem Zimmer untergebracht. Es stand ihnen ein Waschraum zur Verfügung, in dem warmes Wasser bereitgehalten wurde. Die Verpflegung der Leute erfolgte durch eine Küche, in der zureichende Kost, aber keinerlei Alkohol verabreicht wurde.

Durch die Unternehmung wurde ein Arzt bestellt, der über den Gesundheitszustand der Arbeiterschaft ständig zu wachen hatte, periodisch ärztliche Visiten durchführte und in Erkrankungs- und Unglücksfällen zur Hand war. Für diese Zwecke stand auf der Baustelle ein Krankenzimmer zur Verfügung. Unmittelbar neben den Ausschleusstellen wurde eine Wärmehütte aufgestellt, in der auch eine Anzahl Decken bereitlagen, die den Arbeitern zur Verhütung von Erkältungen für den Heimweg zur Verfügung standen. Hütte und Decken wurden jedoch von den Arbeitern trotz entsprechender Aufklärung über deren Zweck selten benützt. In dem Zeitpunkt, in welchem mit der Absenkung der Caissons begonnen wurde, kam eine Krankenschleuse zur Aufstellung (Abb. 24), um bei Auftreten von Drucklufterkrankungen die Erkrankten der Wiederunterdrucksetzung zuführen zu können. Neben der Krankenschleuse wurde ein weiterer Raum eingerichtet, in welchem Sauerstofflaschen und Medikamente verwahrt waren.

Während der ganzen Bauzeit erfolgte die Arbeit durchgehend in drei Achtstundenschichten, doch erhielt jeder Druckluftarbeiter pro Schicht zweimal je einen halben Liter Tee mit Zitrone im Arbeitsraum verabreicht.

Der höchste Druckluft-Arbeiterstand auf der Baustelle war 112 Mann, der mittlere Stand 70 Mann. Er bestand zum größten Teile aus einheimischen Arbeitern, also Oesterreichern, nur ein kleiner Teil, nämlich 10 Caisson-Vorarbeiter und Aufseher, 2 Schiffsmeister, von denen der eine die Taucherarbeiten ausführte, und ein Caisson-Schlosser waren von der Bauunternehmung mitgebrachte, an diese Bauweise gewohnte und eingearbeitete Leute schweizerischer und italienischer Herkunft.

Drucklufterkrankungen:

Nachdem bei den beschriebenen Arbeiten unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln vorgegangen wurde und gemäß den österreichischen Vorschriften nur gesunde Arbeiter im Alter von 20 bis 40 Jahren verwendet wurden, blieb die Zahl der Drucklufterkrankten in erträglichen Grenzen.

Von den unter einem Ueberdruck von 0,8 bis 2,2 at geleisteten Schichten der Arbeiter wurden 5,3% unter einem Ueberdruck von 1,7 bis 2,2 at geleistet. Die Verhältniszahl der Drucklufterkrankten war bei 0,8 bis 1,7 at Ueberdruck 2,0%, bei 1,7 bis 2,2 at Ueberdruck 16,60%, im Mittel 2,80%.

Mit dem Tode endigte keine der Erkrankungen. Die schwersten Fälle waren Fälle von Mittelohrentzündungen, von Beschwerden im Kopf (Schwindel), die Mehrzahl der Erkrankungen waren jedoch mehr oder weniger schwere Fälle von Beschwerden in den Gliedmaßen (arthritis). Alle Erkrankten wurden entweder durch die Behandlung in der Krankenschleuse geheilt oder nach kurzem Aufenthalt im Spital von dort geheilt entlassen.

Digitized by Google

Der Ausbau der Wasserwirtschaft im Harz.

Vortrag, gehalten anläßlich der ordentl. Hauptversammlung am 25. April 1927 von Professor Heinrich Heiser, Dresden.
des Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraftverbandes

(Schluß aus Heft 23, S. 319.)

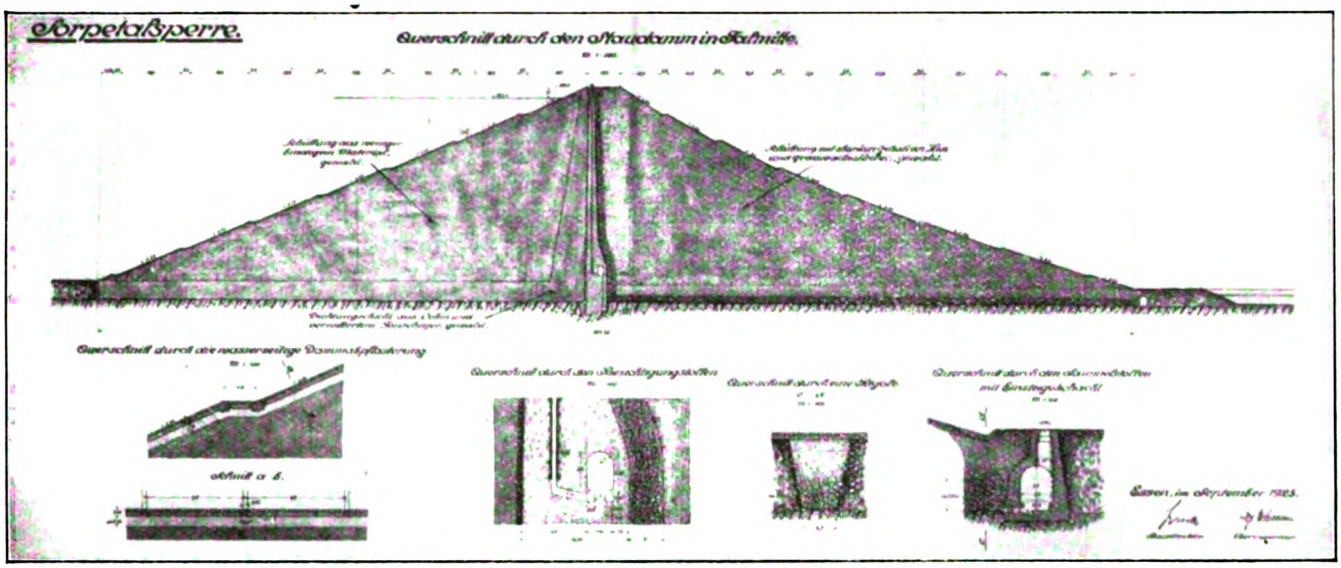


Abb. 8. Sorpe-Damm.

Hinsichtlich der wirtschaftlich zweckmäßigsten Verwendung der aus der Odertalsperre abgegebenen Wassermengen ist noch keine Entscheidung gefallen. Wie bekannt, wird der Südwestrand des Harzes durch einen Randgürtel außerordentlich durchlässigen Gesteins begrenzt, in dem die offenen Wasserläufe, so auch die Oder und Sieber ihre Wasser bis z. T. in außerordentlich große Tiefen versinken lassen. Es würde nun m. E. wirtschaftlich nicht wohl zu verantworten sein, wenn man die mit hohen Kosten in der Odertalsperre ausgeglichenen Abflußmassen sich selbst überlassen auch in Zukunft durch das durchlässige Oderbett unterhalb von Schwarzfeld schicken würde, wie sie ohne Nutzen nach wie vor versinken würden. Ich habe angeregt, diese Wassermengen zu einer ordnungsmäßigen Bewässerung oder Beregnung der wasserhungrigen großen Flächen des Pöhlder Beckens nutzbringend zu verwenden. Ich könnte mir aber auch denken, daß unter den nach Annahme unserer Abänderungsvorschläge geänderten Verhältnissen jetzt wieder eine Ueberleitung nur der Oderwassermengen nach der Rhumequelle und ihre dortige Ausnutzung zu Kraftzwecken in Frage kommen könnte, wie es bereits von mir in den Braunschweiger Plänen seinerzeit vorgeschlagen worden war.

3. Der zur Ausführung bestimmte Plan des I. Ausbaues. Der nunmehr zwischen der Preußischen Staatsregierung, der Provinz Hannover und dem Westharzsperren-Kuratorium in Hannover vereinbarte und zur Ausführung bestimmte Plan trägt unseren Vorschlägen in vollem Umfange Rechnung.

Nach ihm kommen zur Ausführung: *1. Die Sösetalsperre mit rund 25 Mill. cbm Fassungsvermögen mit anschließender Reinwasserleitung durch das Leinetal bis Hannover; 2. die Odertalsperre mit voraussichtlich rund 32,5 Mill. cbm Stauraum und einem Kraftwerk bei Lauterberg und 3. der Rhumepolder oberhalb Northeim als reiner Hochwasserschutzpolder mit rund 8 Mill. cbm Inhalt.* Der Träger des Unternehmens ist noch nicht endgültig bestimmt, voraussichtlich wird es die Provinz Hannover, ob mit oder ohne den Preußischen Staat steht noch dahin. Die vorbereitenden Arbeiten sind an Ort und Stelle bereits in Angriff genommen.

4. Die geplanten Dammbauwerke. Manches wäre noch über die technische Seite der kommenden Bauausführungen zu sagen, es mag zweckmäßig aufgespart werden für einen späteren Vortrag. Erwähnen möchte ich nur, daß man auf Grund von Vergleichuntersuchungen für die beiden rund 56 m und 46—48 m hohen Absperbrauwerke der Oder- und Sösetal-

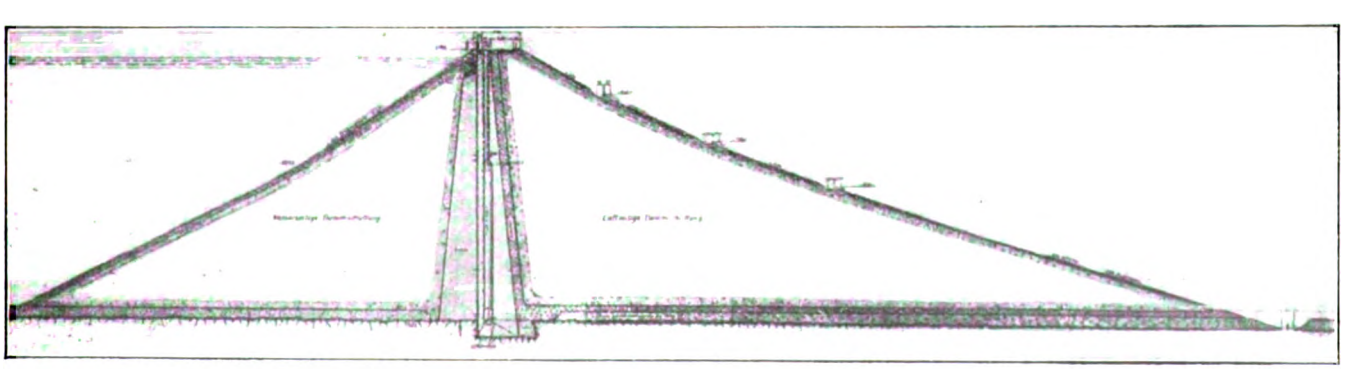


Abb. 9. Dammvorschlag für den Harz.

Digitized by Google

sperre die Erd- oder Geröldammbauweise in Aussicht genommen hat, weil sie gegenüber der von Sperrmauern in Bruchstein oder Beton Ersparnisse in Aussicht stellt.

Dämme von dieser Höhe sind bisher in Deutschland noch nicht ausgeführt, in anderen Ländern, zum Beispiel dem jetzt klassischen Lande der Erddammbauweise, Amerika, mit 97 m im Tictondamm überschritten. In der Ausführung ist bei uns zurzeit mit 57 m Höhe der Sorpe-Damm durch den Ruhrtalsperrenverein, der für die Bauweise der Harzer Dämme vorbildlich werden dürfte (siehe Abb. 8).

Die Gefahr, mit der man, abgesehen von einer Ueberströmung von Erddämmen, rechnen muß, ist die Entstehung von durchgehenden Wasseradern und die Durchweichung des Untergrundes. Ihr begegnet man im wesentlichen und wirksamsten durch den Kern, der bei Felsuntergrund als Mauerwerks- oder Betonkern hergestellt und bis in den festen Felsuntergrund der Sohle und Hänge sicher eingebunden werden muß. Besondere Beachtung hat man auch der dichten Verbindung des wasserseitigen Dammkörpers mit dem Untergrunde zu schenken.

Damit der Kern, der an sich keinerlei statische Aufgaben zu erfüllen hat, den einwandfrei zu berechnen auch ein aussichtsloses Bemühen sein dürfte, möglichst gegen eindringendes Sickerwasser geschützt wird, sichert man ihn durch aufgebrachte Putz-Torkret oder sonstige Dichtungsschichten, auch wohl nach amerikanischem Vorbilde durch dichte Einlagen. Außerdem wird man ihm zweckmäßig noch eine Vorlage aus an sich dichtem Bodenmaterial geben, wobei man nur dafür sorgen muß, daß unmittelbar an der wasserseitigen Kernfläche rolliger Boden vorhanden ist, der jede, auch die kleinste, durch Formänderung zwischen Kern und Boden etwa entstehende Fuge durch Nachfallen wieder schließt. Im übrigen ist derart dichter Boden günstig, weil er die Poren des Kernbauwerkes zu dichten vermag.

Um in den Kern selbst etwa eindringendes Wasser unschädlich zu machen, soll nach dem Vorschlage von Baudirektor Dr.-Ing. Link der Kern selbst, ähnlich wie Talsperrenmauern, ein vollständiges, aus wagrechten und lotrechten Dränrohren bestehendes Entwässerungsnetz in lotrechter Ebene erhalten, das an einen den ganzen Kern in Höhe der Talsohle durchziehenden Ueberwachungsgang angeschlossen wird, in den es drucklos das eingedrungene Wasser abgeben kann. Gewissermaßen eine zweite Entwässerung ist dadurch geschaffen, daß luftseitig des Kernes sowohl an ihm hochgeführt, wie auch wagerecht auf dem Boden sich bis zum luftseitigen Dammfuß erstreckend Sickerungsschichten aus durchlässigen Bodenbaustoffen, Geröll, Felsbrocken, Schotter usw. angesetzt werden, die alles durchdringende Wasser drucklos ableiten, so daß die Gefahr von Auswaschungen völlig ausgeschlossen ist. Derartig gebaute Dämme können wir als ebenso sicher wie einwandfreie Schwergewichtsmauern ansehen.

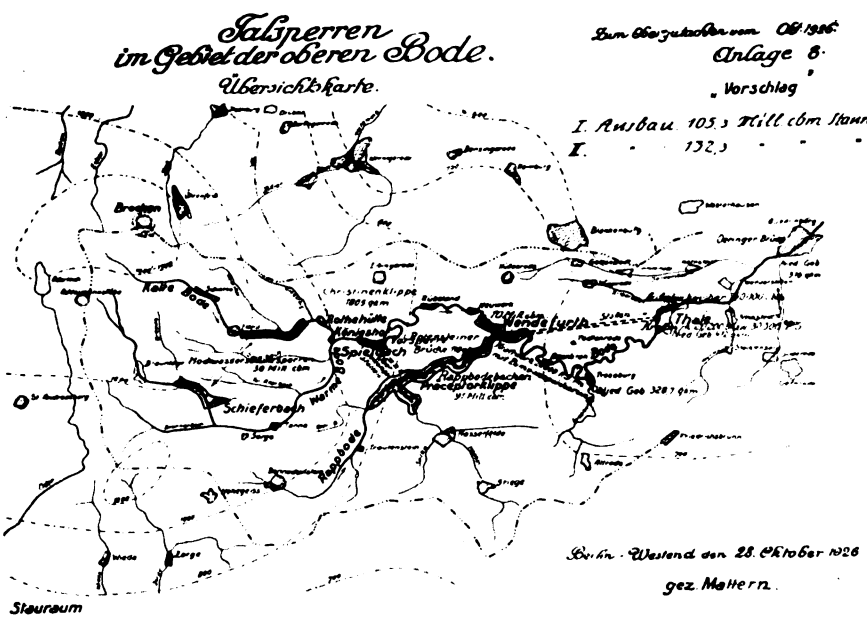


Abb. 10a.

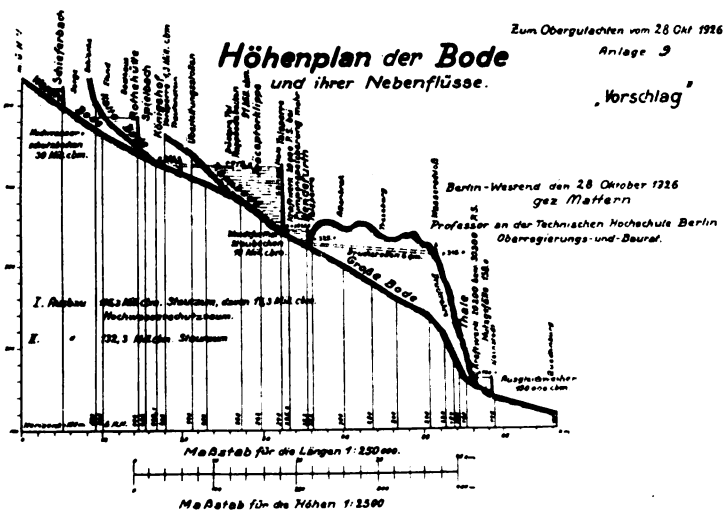


Abb. 10b.

Zu dem für den Harz gemachten Vorschlage selbst möchte ich noch bemerken (Abb. 9), daß m. E. die luftseitige Böschung des Dammes unbedenklich steiler gehalten werden kann. Der an sich schwere Damm widersteht dem Staudruck des Wassers vermöge des passiven Erdwiderstandes des luftseitigen Damkörpers. Für dessen Größe ist es aber gänzlich belanglos, ob man den Dammfuß selbst flacher böscht oder ihm die gleiche Neigung wie dem Damm an der Krone gibt, man muß nur dafür sorgen, daß man diesen luftseitigen Teil aus an sich standfestem Material aufbaut. Man wird deshalb m. E. an den Harzdämmen nach dieser Richtung unbedenklich noch sparen können.

In diesem Zusammenhang bitte ich mir noch eine etwas ketzerische Bemerkung zu der Vorschrift der Anweisung III für Bau und Betrieb von Talsperren zu gestatten, nach der für den Anschluß von Erddämmen an die Talhänge deren Abtreppung verlangt wird. Ich würde derartige Abtreppungen, an denen sich der sich setzende Damm aufhängen muß, für einen groben Kunstfehler halten, weil dadurch Risse im Dammkörper entstehen müssen. Ueberhaupt möchte ich den Wunsch aussprechen, daß auf Grund der neueren, besonders auch der im Auslande bei Talsperrenbauten gesammelten Erfahrungen diese Anweisung III mit der genannten Anleitung einer baldigen Neu-

Digitized by Google

bearbeitung unterzogen werden möchte, weil sie in manchem nicht mehr zeitgemäß ist.

5. Spätere Ergänzungen. Die nunmehr am Südwestharz zur Ausführung kommenden Wasserwirtschaftsanlagen müssen als ein erstes Teilstück eines großzügigen Ausbaues der Wasserwirtschaft des Harzes und seines Vorlandes angesehen werden. Versteht man als Ziel eines solchen Ausbaues die möglichst vollkommene Beherrschung der fließenden Welle, so wird m. E. kein Unternehmen auf die Randtalsperren im Harze hier wie auch an anderer Stelle verzichten können. Erst wenn man diese geschaffen hat, kann man an die Folgeeinrichtungen, ich möchte sagen den Innenausbau, herangehen. Ein solcher wird sowohl im Harze selbst, wie auch im Vorlande möglich und notwendig werden, um die Nutzwirkungen der Anlagen für die Landeskultur, den Hochwasserschutz, für Landeshygiene, insbesondere die Wasserversorgung von Siedlungen, Industrie und auch Landwirtschaft, für die Aufhöhung der Niedrig- und Grundwasserstände, aber auch die Erzeugung elektrischer Arbeit in möglichst weitem Maße ausschöpfen zu können. Im Harze selbst wird das zum Beispiel durch Ausbau der Oderteichanlagen, durch Anlage von Pumpspeicherwerken, wie sie mancherorts möglich sind, erfolgen können; im Vorlande durch weitere Staupolder, um den Hochwasserschutz des Vorlandes besser ausgestalten zu können und um eine wirtschaftlich zweckmäßige Regelung der Wasserläufe, und bessere Kultur jetzt Ueberschwemmungsgefahren ausgesetzter Landstriche zu ermöglichen. Wirtschaftliches Leben und Gesundheit der Bewohner werden gesichert werden können durch die hier geplanten Unternehmungen.

Diesen ersten Anlagen werden weitere in den übrigen Flußgebieten, so dem der Innerste, wo allerdings die Verhältnisse, wie nicht verkannt werden darf, recht schwierig liegen, dem der Oker und ihrer Nebengewässer folgen müssen, wo bereits Pläne vorliegen, deren Verwirklichung jetzt auch nähergerückt zu sein scheint.

V. Planungen im Bodegebiet.

Wasserwirtschaftlich von ganz besonderer Bedeutung nach allen bereits mehrfach gekennzeichneten Richtungen ist das Gebiet der Bode, in dem sich auch in den letzten Monaten ebenfalls die Kräfte lebendig geregt haben.

Zur Erörterung standen hier in letzter Zeit ebenfalls mehrere Vorschläge für einen Ausbau, von denen der bekannte des Reichsverkehrsministeriums, wie ich bereits ausführte, wohl als undurchführbar zu gelten hat.

Ein weiterer Plan war von Bergrat Rußwurm, als „Ostharz-Talsperre" bezeichnet, aufgestellt. Er suchte unter möglichster Beschränkung der Aufwendungen für den Ausbau ein großes wasserwirtschaftliches Ziel mit doch zu geringen Mitteln zu erreichen. Entstanden unter dem Druck schwieriger wirtschaftlicher Verhältnisse, teilte er das Schicksal der ähnlichen Entwürfe im Westharze.

Zur Ausführung reift heran mit einigen durch die Entwicklung und die Loslösung vom Zwange der Kanalspeisung veranlaßten Aenderungen der seinerzeit von Ministerialrat Schroeter in der Technischen Abteilung der Ges. z. F. d. Wasserwirtschaft im Harze bearbeitete Entwurf der Bodetalsperren.

Auch hier ist die Staatsregierung im großen ganzen den Vorschlägen des für den Ostharz bestellten Obergutachters, des Herrn Prof. Mattern beigetreten. (Abb. 11a u. 11b.) Es sollen hier die Vorsperre bei Königshof mit Ueberleitung nach der 75 Mill. cbm fassenden Rappbodesperre und unmittelbar anschließendem Staubecken bei Wendefurth für 10 Mill. cbm Inhalt zur Ausführung kommen. Die Ausnutzung der aufgespeicherten Wasserkräfte wird an diesen Talsperren in weit ausgedehnterem Maße ohne Verletzung oder Beeinträchtigung anderer Interessen möglich sein, als es leider am Westharz der Fall ist. Unmittelbar an der Rappbodesperre soll ein Kraftwerk, verbunden mit einer Pumpenspeicheranlage, erstehen. Weiterhin ist die Ausnutzung in einem Werk in Thale vorgesehen, dem die Wassermengen durch einen Stollen vom Wendefurther Becken zugeleitet werden sollen. Da sich auch in Thale die Ausführung eines Ausgleichsweihers hat ermöglichen lassen, so wird auch dieses Werk Spitzenkraft liefern können, was nach den älteren Plänen nicht der Fall war. Die Loslösung von der Kanalspeisung ergibt außerdem eine bessere Kraftwirtschaft. Von Thale ab stehen die ausgeglichenen Wassermengen der Bode dann für andere Verwendungszwecke, insbesondere für die auch im Nordostvorlande des Harzes imer dringlicher werdende Wasserversorgung der Gemeinwesen, aber auch für Zwecke der Landwirtschaft zur uneingeschränkten Verfügung. Die im Bodegebiet vorgesehenen Stauräume werden außerdem die volle Beherrschung sowohl der sommerlichen wie auch der Winter-Schadenhochwasser ermöglichen. Es besteht berechtigte Hoffnung, daß auch an der Bode voraussichtlich im kommenden Frühjahre der erste Spatenstich wird getan werden können.

Schließlich muß ich noch einige kleinere Vorhaben erwähnen, wie zum Beispiel die der Stadt Wernigerode im Gebiete der Holtemme und des Ziller- und Drängebaches, ohne sagen zu können, ob diesen Hoffnungen ein Erfolg beschieden sein kann.

Unerwähnt blieb in meinen Ausführungen das südliche Harzgebiet. Hier liegen nach meinen Erfahrungen die Verhältnisse für großzügige wasserwirtschaftliche Unternehmungen am wenigsten günstig. Immerhin aber möchte ich doch nicht versäumen, darauf hinzuweisen, daß sich doch, sollte einmal die Frage der Wasserversorgung der südlich und südöstlich an den Harz anschließenden Landesteile brennend werden, in den Tälern der Eine und der Wipper die Möglichkeit zur Erschließung weiterer Wasserschätze bieten dürfte, wie auch Täler von Seitenzuflüssen der Helme, der Zorge, Wieda, Bära nach Möglichkeit durchforscht zu werden verdienten.

(W. 181.)

Mechanische Rechen-Reinigung in Wasserkraft-Anlagen.

Von Dir.-Ing. E. Belani (Villach).

Durch die Gefällsverluste in allen jenen Wasserkraftanlagen, welche mit Schwierigkeiten bei der Entfernung des Geschwemmsels von ihren Rechen zu kämpfen haben, entsteht unserer Wirtschaft alljährlich sehr beträchtlicher Schaden,[1]) welcher zum Beispiel in Rheinfelden (20 Turbinen von je 1200 PS Leistung) bei einem 135 m langen Rechen, vor Erstellung einer Rechen-Reinigungsmaschine jährlich etwa 5 Millionen kWh betrug und durch Beschaffung der Maschine um 2 Millionen kWh verringert wurde. Aber auch bei mittleren und kleinen Wasserkraft-Anlagen, wie wir solche in kleineren Elektrizitätswerken und in sehr vielen Fabriken finden, macht sich die Rechen-Reinigung von Hand zufolge des Gefälls-Verlustes, der Zeitversäumnis und Lohnaufwendung recht unangenehm bemerkbar und kommt unmittelbar in der Produktionsverminderung zum Ausdrucke.

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1925, H. 15, S. 255, Turbinenrechen und mechanische Rechenreiniger. Ferner „Schweiz. Wasserwirtschaft" 1927, H. 4, S. 51.

Digitized by Google

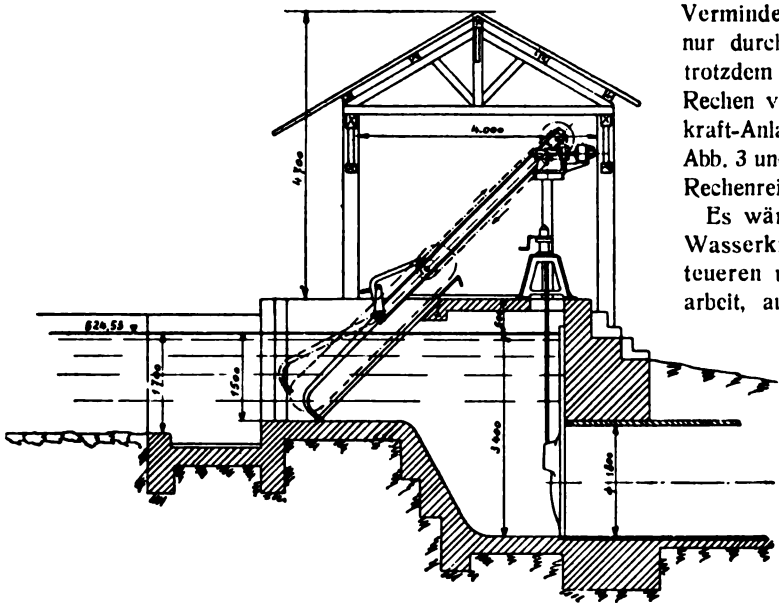


Abb. 1. Mechanische, selbsttätige Rechen-Reinigungsmaschine für kleinere Wasserkraftanlagen.

Abb. 1 zeigt eine Rechen-Reinigungsmaschine für kleinere Anlagen, wie sie von Jonneret et fils ainé in Genf gebaut wird.

Mittels Elektromotor wird ein beweglicher Greifer zwischen den Rechenstäben hochgezogen und entleert seinen Fang von Geschwemmsel auf die Rechenbühne; in Abb. 2 dagegen wird das Rechengut in Muldenkipper entleert. Die Reinigung erfolgt in allen Fällen fortdauernd ohne Unterbrechung während des ganzen Betriebes.

Ein Mann genügt für den Abtransport des entleerten Geschwemmsels, alles andere besorgt die Maschine.

Es entstehen daher keine Gefällsverluste, denn der Rechen wird bis auf den Grund frei gehalten. Langjährige Aufzeichnungen des Berichters in den Wasserkraft-Anlagen zahlreicher Betriebe ergaben eine durchschnittliche Produktionsverminderung von 8—10% im Jahre, die einzig und allein nur durch behinderten Zufluß zu den Turbinen bedingt war, trotzdem sehr viel Zeit und Lohn an die Reinigung der Rechen von Hand verwendet wurde. Für ganz kleine Wasserkraft-Anlagen und schmale Werkkanäle bewährt sich die in Abb. 3 und 4 dargestellte Apparatur für fortlaufende mechanische Rechenreinigung hervorragend.

Es wäre zu begrüßen, wenn unsere mittleren und kleinen Wasserkraftanlagen nach und nach von dem heute viel zu teueren und große Verluste bringenden System der Handarbeit, auf das System der mechanischen immerwährenden Rechenreinigung übergingen, zumal die Kosten für die Beschaffung solcher kleiner Anlagen sehr geringe sind.

Von größeren Anlagen interessiert besonders jene im Elektrizitätswerk II Wynau—Langental an der Aare, welche von der gleichen Firma ausgeführt ist. Die Maschine (Abb. 5) besteht aus einem fahrbaren Halbportalkran über einem Gleis, das auf den Rechenboden verlegt ist und auf welchem Gleis sich die Wagen zur Aufnahme und Abfuhr des Geschwemmsels bewegen. Rechts vom Kran ist ein solcher Wagen zu sehen.

Zur Maschine gehört der senk- und hebbare Putz- oder Hubwagen, welcher auf Drahtseilen hängend, mittelst Elektromotor vom Kran aus auf- und abbewegt wird. Er gleitet dabei auf der Fläche der Rechenstäbe und besitzt eine Schaufel zum Erfassen des Geschwemmsels, welche vom Kran aus geöffnet und geschlossen wird. Die Schaufel besitzt außerdem Zähne, welche Zwischen die Rechenstäbe greifen um die diese ganz gründlich reinigen zu können.

Beim Hochheben der gefüllten Schaufel gleitet der Putz- oder Hubwagen auf das am Krangehäuse unten sichtbare schräge Gleitblech und die Schaufel entleert das Geschwemmsel selbsttätig durch die Aussparung im Gleitbleche in den darunter stehenden Wagen. Zum Erfassen schwerer Wurzelstöcke und Baumstämme, wie sie bei Hochwasser vor den Rechen gelangen, sowie zum Versetzen von Dammbalken

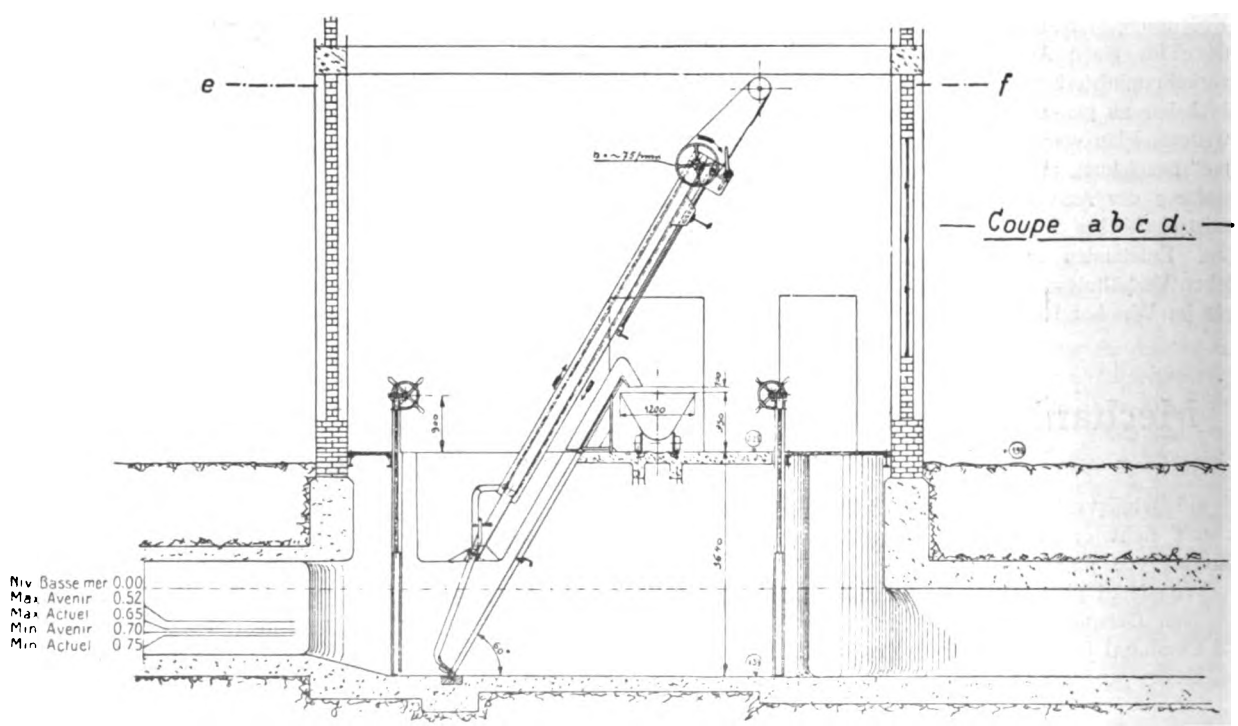


Abb. 2. Mechanische, selbsttätige Rechen-Reinigungsmaschine für kleinere Wasserkraftanlagen.

Digitized by Google

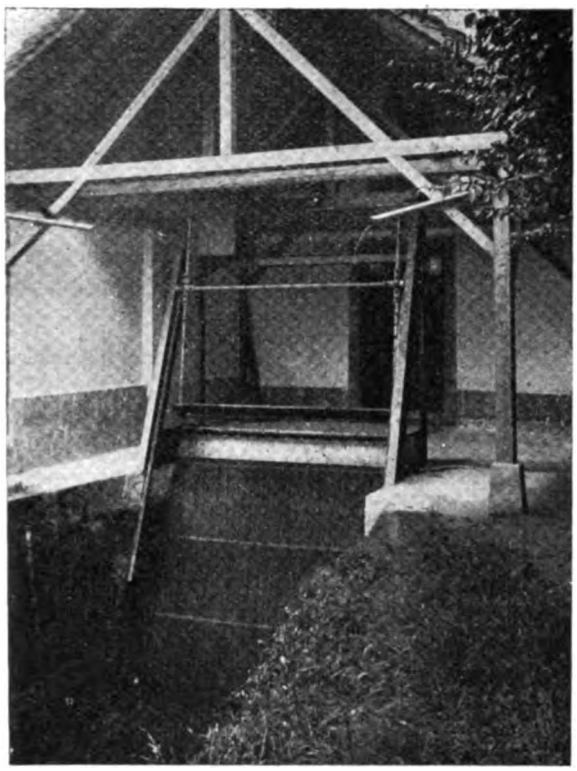


Abb. 3. Automatische Rechenreinigungsmaschine für kleine Werkkanäle.

dienen die beiden kleinen Ausleger, welche links und rechts am Wagen (Abb. 5) angebracht sind.

Sämtliche Bewegungen der Maschine werden mittels einer Druckknopf-Steuerung betätigt und Verriegelungen verhindern falsche Manöver. Die Rechenreinigungsmaschine säubert auch den Rechen von Kies und Sand, der sich am Rechenfuß abgelagert hat.

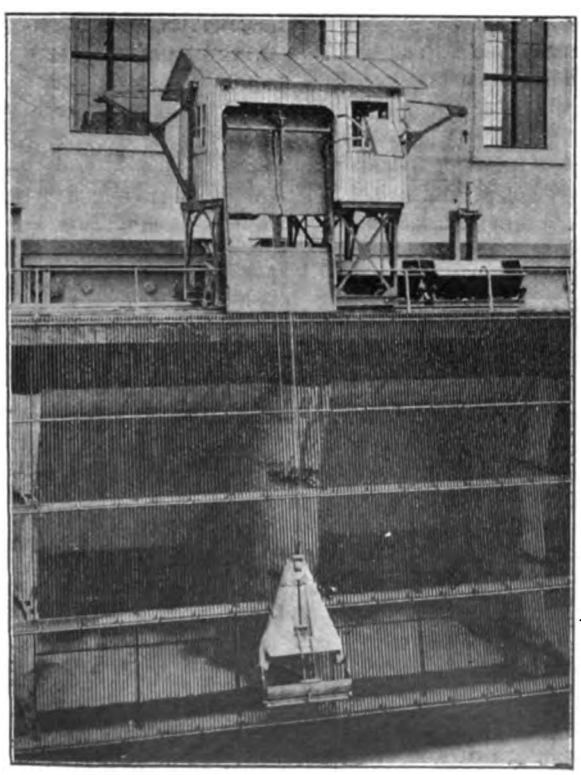


Abb. 5 Elektrizitätswerk II Wynau-Langental a. d. Aare (Schweiz).

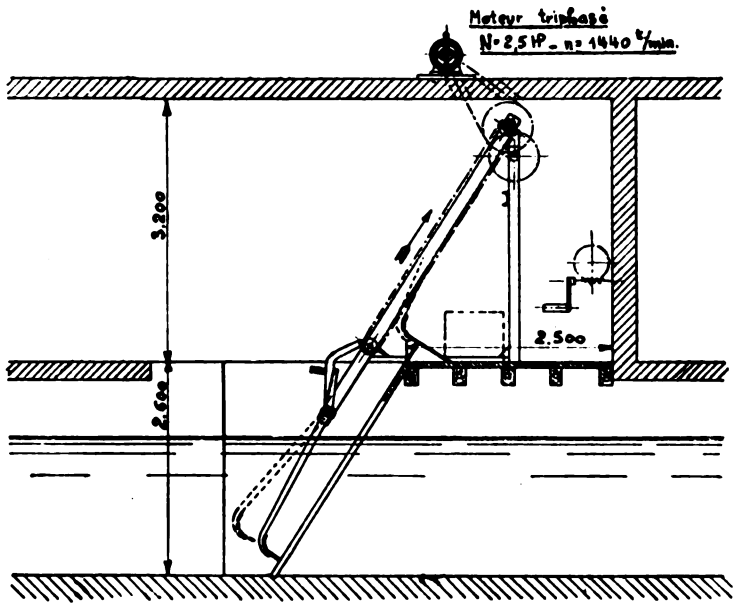


Abb. 4. Längsschnitt durch die in Abb. 3 dargestellte mechanische Rechenreinigung für kleine Wasserkraftanlagen und schmale Werkkanäle.

Der 135 m lange und 8 m hohe Fein-Rechen der Rheinfelder-Anlage kann damit in einer Stunde vollkommen gereinigt werden. Der Putz- oder Hubwagen ist bei dieser Maschine 2,2 m breit. Um das Geschwemmsel in einfacherer Weise abzuführen als es sich mittels Wagen bewerkstelligen läßt, griff Ing. Saugey zu einer anderen Methode. Er läßt die Schaufel des Putz- oder Hubwagens sich in einen Abfuhrkanal entleeren (Abb. 6) und spült das in diesen Kanal entleerte Geschwemmsel mit Wasser hinweg. (W. 183.)

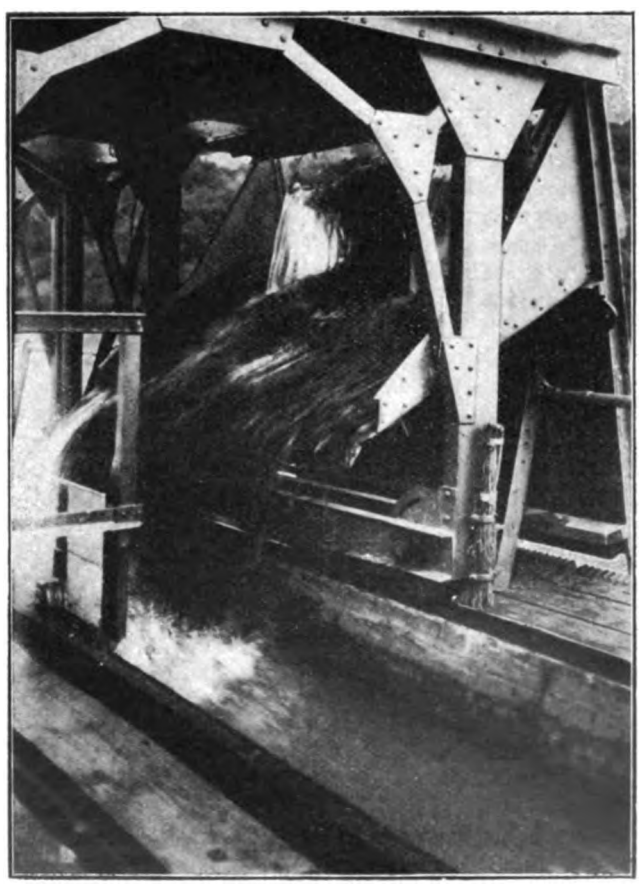


Abb. 6. Kraftwerk „Chèvres" a. d. Rhone, Genf. Entleerung in den Geschwemmsel-Abfuhrkanal.

Digitized by Google

DEUTSCHER WASSERWIRTSCHAFTS- UND WASSERKRAFT-VERBAND E.V. BERLIN

I. Vorsitzender: Wirkl. Geh. Oberbaurat K. Nolda, Berlin-Zehlendorf, Lessingstr. 23. Tel. Zehlendorf 3218 Stellvertretende Vorsitzende: Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. ehrh. E. Reichel, Berlin-Charlottenburg, Uhlandstr. 3. Fernspr. Steinplatz 5232 / Baurat L. Galland, Zivilingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204. Fernspr. Pfalzburg 1623 / Verbands-Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstraße 50. Tel. Uhland 1066 / Postscheckkonto Berlin 11936 / Hauptgeschäftsführer: Regierungsbaurat F. Lippert.

Wasserwirtschaftlicher Ausschuß beim Bayerischen Industriellenverband.

Der wasserwirtschaftliche Ausschuß beim Bayerischen Industriellenverband hielt am 28. November 1927 seine zweite Ausschußsitzung ab. Nachdem der im Jahre 1907 gegründete Verband bayerischer Wasserkraftbesitzer in seiner Versammlung vom 8. November 1927 seine Auflösung zu Ende dieses Jahres beschlossen hatte und mit dem Bayerischen Industriellenverband wegen Uebernahme und Fortführung seiner Aufgaben in Verbindung getreten war, erfolgte nunmehr diese Uebernahme in den wasserwirtschaftlichen Ausschuß des BIV., aus welchem Anlaß zu den bereits in der Mitteilung im Heft 21 S. 296 dieser Zeitschrift benannten Ausschußmitgliedern des wasserwirtschaftlichen Ausschusses des BIV. noch zwei Herren aus dem Verband bayerischer Wasserkraftbesitzer zugewählt wurden.

Der wasserwirtschaftliche Ausschuß des BIV. setzt sich also nunmehr zusammen aus den Herren:

Vorsitzender:

Kommerzienrat G. Haindl, Fa. G. Haindl'sche Papierfabrik, Augsburg.

Geschäftsführer:

Dr. M. Grasmann, Syndikus des BIV., München, Arcisstr. 14.

Mitglieder:

Kommerzienrat K. Fischer, Fa. Holzstoff- und Pappenfabrik C. Fischer, jun., Schellenberg bei Berchtesgaden.

Direktor Dr.-Ing. e. h. J. Heß, Fa. Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft, München, Prinzregentenstr. 20.

Geh. Kommerzienrat G. Jordan, Fa. Baumwollspinnerei Kolbermoor, Kolbermoor.

Landesbaurat Direktor Fr. Langlotz, Fa. Isarwerke, G. m. b. H., München, Ottostr. 4.

Direktor B. Monath, Fa. Lechelektrizitätswerke A.G., Augsburg, Schätzlerstr. 1a.

Dr. F. Steinbeis, Fa. Steinbeis & Cons., Brannenburg (Oby.).

Dr. J. Streeb, Schönmühl bei Penzberg.

Ing. C. Reindl, München, Erhardtstr. 8 (als Mitglied des D.W.W.V.).

Weitere drei Mitglieder sollen den Umfang des wasserwirtschaftlichen Ausschusses auf 11 Sitze erhöhen, wobei Vertreter aus den nordbayerischen wasserwirtschaftlichen Interessenten, aus dem Kommunalbetrieb und aus der Mühlenindustrie in Aussicht genommen sind.

Der Vorsitzende begrüßte die Vertreter des ehemaligen Verbandes bayerischer Wasserkraftbesitzer und sicherte die Weiterführung der Bestrebungen jenes in vielen Hinsichten erfolgreichen Verbandes zu; das Vermögen des aufgelösten Verbandes, sowie das sonstige Verbandsmaterial wurde dem BIV. überwiesen und wird von dessen wasserwirtschaftlichem Ausschuß zur Wahrung der einschlägigen Interessen verwendet.

Im weiteren beschäftigte sich die Sitzung mit Fragen der Monopolisierung der Wasserkräfte und der Elektrizitätswirtschaft, sowie mit der Frage einer etwa in Aussicht genommenen Besteuerung der Stromerzeugung seitens des Staates Bayern, worüber Vorarbeiten vom Ausschuß in Angriff genommen wurden. Eine unmittelbare Gefahr vermag zwar vorerst in diesen Bestrebungen noch nicht gesehen werden, doch muß immerhin eine zielbewußte Abwehr vorbereitet werden. Der bayerische Staat ist derzeit noch mit kaum ein Drittel der Gesamtarbeit an der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Bayerns beteiligt, an der Gesamterzeugung elektrischer Arbeit in Bayern ist der Staat sogar nur mit rund 17%, das Reich dagegen mit etwa einem doppelten Prozentsatz beteiligt und knapp 48% der Gesamterzeugung entfallen auf private, kommunale und sonstige Betriebe, der Rest auf die Reichsbahn und andere Erzeugergruppen. Mit dem Ausbau der Wasserkräfte allein, welcher für die privaten Interessenten und für die Industrie nach Möglichkeit erleichtert werden muß, ist es nicht abgetan, auch nicht mit dem Austausch von Wasserkraftarbeit mit anderen Erzeugern oder auf dem Ausfuhrweg, es muß vielmehr dem jeweiligen Bedarf angemessen vorausgebaut werden, um die Heranziehung von Industrien und die Intensivierung des Verbrauches anzuregen.

Der Entwurf eines bayerischen Enteignungsgesetzes mit ziemlich weitgestecktem Rahmen wird beobachtet und verfolgt. Ferner wurde zur Kenntnis genommen Material über die Besteuerungsverhältnisse und entgegengesetzt die staatlichen Unterstützungen und Beihilfen durch Steuerbefreiungen und Zuschüsse in anderen Ländern, sowie Material über Wasserkraft- und Elektrizitäts-Monopolfragen in Bayern. (W. 307.)

Auslandsdienst der Technik.

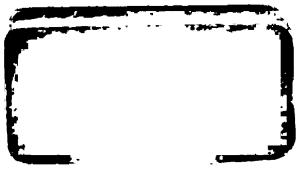
Um die außerhalb der Weltkraftkonferenz liegenden deutschen technisch-wissenschaftlichen Interessen im Ausland in Zukunft besser verfolgen zu können, ist (ebenso wie es die deutschen Hochschulen beim Hochschulverband getan haben) beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine ein Auslandsdienst gegründet worden. Aufgabe dieses Auslandsdienstes ist es, alle Nachrichten, die technisch-wissenschaftliche Organisationen des Auslandes betreffen, zu sammeln und den beteiligten Kreisen bekannt zu geben. Auf diese Weise soll mit der Zeit ein lückenloses Material zusammengestellt werden, das jedem zur Verfügung stehen soll, der sich über Auslandsfragen unterrichten will.

Die Auslandsstelle des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (Berlin NW 7, Ingenieurhaus) hat auch eine Uebersicht über „Internationale Technisch-Wissenschaftliche Kongresse" sowie Richtlinien für den Besuch internationaler technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen aufgestellt, die von der Geschäftsstelle zu beziehen sind. Es wird dringend empfohlen, sich vor Besuch eines internationalen Kongresses der Technik mit dem Auslandsdienst des Deutschen Verbandes in Verbindung zu setzen. (W. 309.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google